Aus der Abteilung für Neuroradiologie in der Kopfklinik
der Universität Würzburg
(Leiter: Prof. Dr. M. Nadjmi)

VERGLEICH DER COMPUTERTOMOGRAPHISCHEN UND ANGIOGRAPHISCHEN BEFUNDE BEI DEN TUMOREN DER HINTEREN SCHÄDELGRUBE

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Iris Lohmann
aus Ulm

Würzburg, den 3. November 1980

1981

Aus der Abteilung für Neuroradiologie in der Kopfklinik
der Universität Würzburg
(Leiter: Prof. Dr. M. Nadjmi)

VERGLEICH DER COMPUTERTOMOGRAPHISCHEN UND ANGIOGRAPHISCHEN BEFUNDE BEI DEN TUMOREN DER HINTEREN SCHÄDELGRUBE

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Iris Lohmann
aus Ulm

Würzburg, den 3. November 1980

Referent:	Prof. Dr. M. Nadjmi
Korreferent:	Prof. Dr. K.A. Bushe
Dekan:	Prof. Dr. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Februar 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

MEINEN LIEBEN ELTERN

MEINEM LIEBEN MANN

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	Thema	1
II.	Einleitung	1
III.	Material und Methode	4
	Tabelle 1	6
	Tabelle 2	7
IV.	Ergebnisse	8
	1. Lokalisation	8
	2. Ausdehnung	15
	Tabelle 3	16
	Tabelle 4	17
	3. Tumorart	17
	Die Akustikusneurinome	17
	Die Ependymome	22
	Die Angioblastome	25
	Die Medulloblastome	29
	Die Spongioblastome	31
	Die Astrozytome	32
	Die Meningeome	36
	Die Metastasen	41
	Die Epidermoide	45
	Die Zysten	48
	Tabelle 5	50
	Tabelle 6	51
	Tabelle 7	52
	Tabelle 8	53
	Tabelle 9	54
V.	Diskussion	55
VI.	Zusammenfassung	61
VII.	Literaturverzeichnis	62

I. THEMA

Die Möglichkeiten und Grenzen der computertomographischen und der angiographischen Diagnostik bei Tumoren der hinteren Schädelgrube sollen an Hand histologisch verifizierter Fälle verglichen werden. Es sollen Kriterien für die Lokalisations- und Artdiagnose aufgestellt werden.

II. EINLEITUNG

Die anfangs als kritisch für die CT angesehenen basalen Hirnregionen sind mit der hochauflösenden 160 x 160 Matrix und der Verwendung von Zwischenschichten fast ebenso gut abzuklären wie die übrigen Regionen des Gehirns. Die Kleinhirnbrückenwinkelregion, die einen Teil der Pons mit einschließt, ist jedoch nach wie vor eine für die computertomographische Diagnostik kritische Lokalisation. Zahlreiche Artefakte erschweren die Beurteilung in dieser Region, besonders durch die unmittelbare Nachbarschaft des Felsenbeinmassivs, einer Struktur mit hohen Absorptionswerten, und der luftgefüllten Mastoidzellen mit extrem niedrigen Dichtewerten. Kleine Areale von hoher Dichte am Rand des Felsenbeins können mit kleinen Tumoren verwechselt werden. Oft erstreckt sich zwischen den Spitzen der Felsenbeine ein artifiziell bedingter Streifen niedriger Dichte, weshalb sich dann der vordere Teil der Brücke nicht darstellen läßt (Gawler, Kazner, Staelens).
Mit der Entwicklung einer detaillierteren Matrix, von Immobilisationsvorrichtungen und von Programmen, die die Bewegungen des Patienten kontrollieren, sind Läsionen im Kleinhirnbrückenwinkelbereich leichter zu diagnostizieren, besonders, wenn Kontrastmittel verwendet wird (Huckmann). Eine weitere Artefaktquelle bildet eine stark ausgeprägte Protuberantia occipitalis interna, welche

die Absorptionswerte im Bereich der angrenzenden Kleinhirnhemisphären so verändert, daß die Fehldiagnose eines Kleinhirntumors zustande kommen kann. Bei Beachtung der indirekten Zeichen eines raumfordernden Prozesses in der hinteren Schädelgrube (Hydrozephalus, Verlagerung oder Formveränderung des vierten Ventrikels, fehlende Darstellung der cisterna quadrigemina) und bei Benutzung von Kontrastmittel lassen sich Fehldiagnosen weitgehend vermeiden (Kazner).

Kleine Tumoren der hinteren Schädelgrube, unabhängig davon, ob sie hypo- oder hyperdens sind, können ohne Kontrastscan übersehen werden. Außerdem sind Tumoren mit Hirndichte in vielen Fällen ohne Kontrastmittel nicht direkt sichtbar und können nur an Hand von indirekten Tumorzeichen wie Hydrozephalus, Ödem und Verschiebung des vierten Ventrikels vermutet werden. Nach i.v. Kontrastmittelapplikation ist jedoch die definitive Tumordiagnose in den meisten Fällen möglich; deshalb sollte bei der CT-Untersuchung von Tumoren der hinteren Schädelgrube, wenn möglich, immer ein Kontrastscan durchgeführt werden (Boltshauser, Kazner, Nadjmi).

Die Angiographie spielt außer bei der Darstellung der Vaskularisation und der Beziehungen des Tumors zu den Blutgefäßen auch bei besonderen diagnostischen Problemen z.B. beim Verdacht auf ein Akustikusneurinom oder bei technischen Problemen z.B. beim Vorhandensein von Metallklipsen eine Rolle (Marguth, Rothe).

Sie ist für die Diagnose von allen Tumoren der hinteren Schädelgrube, besonders von Hämangioblastomen, wichtig (Caillé, Logue). Doch ist auch die Angiographie in dieser Hirnregion, in der die CT diagnostische Grenzen aufweist, in ihrer Aussagefähigkeit eingeschränkt (Olivecrona).

Die Möglichkeiten,mit der Angiographie gefäßarme, expansive Prozesse in der hinteren Schädelgrube nachzuweisen und zu lokalisieren, sind geringer, als wenn es sich um das Großhirn handelt. Große Warzenfortsätze können die Wahrnehmung kleinerer Gefäße ebenfalls erschweren. Insgesamt bietet die Kleinheit und die ungewöhnlich stark ausgebildete knöcherne Begrenzung des infratentoriellen Raumes Schwierigkeiten für die Angiographie in diesem Bereich. Die Gefäße der hinteren Schädelgrube scheinen außerdem in ihrem Verlauf größeren Variationen unterworfen zu sein als die des Großhirns. Ein gefäßleeres Gebiet ungefähr in der Mitte der hinteren Schädelgrube mit Streckung und eventuell Verschiebung der umliegenden Gefäße kann entweder auf einer Erweiterung des vierten Ventrikels oder auf einem Tumor beruhen. Was vorliegt, kann angiographisch nicht entschieden werden. Eine Dislokation der kleinen Gefäßäste der hinteren Schädelgrube kann sehr oft schwierig zu beobachten sein, und selbst ziemlich große intrazerebrale Tumoren können manchmal nur zu einer leichten Verschiebung der Gefäße führen, die übersehen werden kann (Krayenbühl, Olivecrona).

Der Nachweis eines raumfordernden Prozesses und die Lokalisation sind die Hauptinformation der Angiographie (Banzhaf, Hatam), in der Tumorartdiagnose und in der exakten Bestimmung der Tumorgröße ist sie jedoch der CT unterlegen (Baker, Dubois, Hatam, Rothe). Allerdings gibt die Angiographie neben dem Nachweis auch Hinweise zur Art einer Neubildung z.B. bei Angioblastomen, z.T. auch bei Meningeomen, Glioblastomen und anderen Tumorarten (Banzhaf, Büll, Dechaume, Logue, Rothe). Die gutartigen Geschwülste zeigen häufig bogige Gefäßverlagerungen, teilweise sind sie durch einen Gefäßwall gegen ihre Umgebung abgegrenzt. Die tumoreigenen Gefäße führen zu einer weitgehend homogenen Kontrastmittelanfärbung der Geschwulst. Bei malignen Tumoren

finden sich dagegen pathologische Gefäße verschiedenen Kalibers, arteriovenöse Anastomosen und beschleunigte Durchblutung (Banzhaf).

Bei Tumoren der hinteren Schädelgrube ist die CT in vielen Fällen überlegen (Kazner, Marguth). Eine Ausnahme stellen sehr kleine Läsionen im Kleinhirnbrückenwinkel dar wie z.B. kleine Akustikusneurinome, die leichter im positiven Zisternogramm oder mittels Computerzisternotomographie dargestellt werden können. Die Computertomographie ist eine bedeutende Vorfelduntersuchung unter den neuroradiologischen Methoden der hinteren Schädelgrube, die möglichst durch andere Untersuchungsverfahren, besonders durch Angiographie ergänzt werden sollte (Najmi, Wende). Die zerebrale Angiographie behält ihre Validität (Baker, Logue, Marguth, Meese, Staelens, Wende).

III. MATERIAL UND METHODE

Bei 44 Patienten mit Tumoren der hinteren Schädelgrube werden die computertomographischen Befunde, die Befunde der retrograden Brachialisangiographie sowie die histologischen und die Operationsbefunde einander gegenübergestellt, um Kriterien für die Lokalisations- und die Artdiagnose zu finden. In allen Fällen wurden die Befunde auf Grund histologischer Untersuchung verifiziert. Die Patienten wurden in der neuroradiologischen Abteilung der Universitätsklinik Würzburg im Zeitraum zwischen Juni 1976 und Februar 1978 untersucht.

Wir arbeiten mit einem EMI-Scanner mit einer Matrix von 160 x 160. Die Spannung beträgt 120 kV, die Scanning-Zeit pro Doppelschicht 5 Minuten, die Rotation 225^{o} bzw. 180^{o}.

Die technischen Grundlagen werden bei zahlreichen Autoren beschrieben (Ambrose, Brooks, Davis, Edholm, Gawler, Grumme, Houndsfield, Huckmann, Kazner, Lange, McCullough, Meese, New,Pfeiler, Steinhoff, Stöppler). Darauf soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht über das Material.

TABELLE 1

CT-Untersuchungen und retrograde Brachialisangiogramme

Tumorart	Anzahl der Fälle, computertomographisch untersucht	gleichzeitige Untersuchung mittels retrograder Brachialis-angiographie		keine retrograde Brachialisangiographie	
Akustikusneurinom	9	5	55,5 %	4	44,5 %
Ependymom	8	8	100 %	0	0 %
Angioblastom	10	9	90 %	1	10 %
Medulloblastom	2	1	50 %	1	50 %
Spongioblastom	3	0	0 %	3	100 %
Astrozytom	2	0	0 %	2	100 %
Meningeom	2	1	50 %	1	50 %
Metastase	4	2	50 %	2	50 %
Epidermoid	3	3	100 %	0	0 %
Zyste	1	1	100 %	0	0 %
insgesamt	44 (100 %)	30	68,2 %	14	31,8 %

TABELLE 2

Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten

Histologie	Zahl der Fälle	% der Gesamtzahl	Alter der Patienten		Geschlecht	
			Alters-grenzen	Durch-schnitt	männlich	weiblich
Akustikusneurinom	9	20,5	25-64	48,7	5	4
Ependymom	8	18,2	8-66	33,8	5	3
Angioblastom	10	22,8	11-72	40,9	5	5
Medulloblastom	2	4,5	14-16	15,0	1	1
Spongioblastom	3	6,8	14-16	14,7	2	1
Astrozytom	2	4,5	6-38	22,0	1	1
Meningeom	2	4,5	52-56	54,0	1	1
Metastasen	4	9,1	42-52	47,5	3	1
Epidermoid	3	6,8	42-46	44,0	1	2
Zyste	1	2,3	32	32,0	0	1
insgesamt	44	100			24	20

IV. ERGEBNISSE

1. LOKALISATION

In allen 44 Fällen war mittels Computertomographie eine exakte Tumorlokalisierung möglich. Mittels Angiographie konnten 22 der 30 angiographierten Tumoren genau lokalisiert werden, das entspricht 73,4 %, wobei jedoch in 13 Fällen die Lokalisierung mittels CT exakter war. In 2 Fällen, bei denen es sich um Angioblastome handelte, zeigte die Angiographie die Tumorlokalisation genauer an als die CT..

Die Tumoren des vierten Ventrikels (4) liegen gewöhnlich zentral und zeigen keine Seitenverlagerung des vierten Ventrikels. Die Tumoren der Kleinhirnhemisphären (15) liegen gewöhnlich exzentrisch, ebenso die Tumoren des Kleinhirnbrückenwinkels (12). Die Kleinhirnwurmtumoren (4) liegen gewöhnlich im Mittellinienbereich. Bei den übrigen 9 Tumoren handelt es sich um 5 Tumoren, die sowohl den Kleinhirnwurm als auch die Kleinhirnhemisphäre betreffen, um einen, der darüber hinaus noch den vierten Ventrikel ausfüllt, um einen im Pons-Mittelhirnbereich und um einen, der Pons, Kleinhirnwurm und Medulla oblongata betrifft.

Können durch Angiographie pathologische Gefäße nachgewiesen werden, so wird die angiographische Tumorlokalisation wesentlich sicherer, als wenn sie nur auf Gefäßverschiebungen beruht (Olivecrona).

Die 12 Kleinhirnbrückenwinkeltumoren (9 Akustikusneurinome, ein Meningeom, zwei Epidermoide) zeigten z.T. eine Tumorausdehnung in die Kleinhirnhemisphäre oder ins Mittelhirn.

Sie waren im Nativscan überwiegend hypodens, im Kontrastscan erfolgte meist eine deutliche Dichtezunahme. In 6 Fällen fand eine mehr oder minder stark ausgeprägte Verlagerung des vierten Ventrikels statt. In 7 Fällen wurde eine retrograde Brachialisangiographie durchgeführt. Bei 3 Kleinhirnbrückenwinkeltumoren (3 Akustikusneurinome) trat eine pathologische Vaskularisation auf. Der Zufluß erfolgte im einen Fall über die Aa. cerebelli superior und inferior anterior, im anderen Fall über die A. cerebelli inferior posterior. Im dritten Fall war der Zufluß nicht eindeutig abgrenzbar. Es fanden außerdem folgende Gefäßdislokalisationen statt: Die A. basilaris war in einem Fall an den Clivus angepreßt, in 2 Fällen vom Clivus abgetrennt und seitlich verlagert. Die A. cerebelli inferior posterior war in 4 Fällen kaudal verlagert. In einem Fall zeigte sich eine bogenförmige Verlagerung der Hemisphärenäste. Die A. cerebelli inferior anterior war in einem Fall kranialwärts und in 2 Fällen kaudalwärts verlagert. Die A. cerebelli superior zeigte in 3 Fällen eine mehr oder minder starke Anhebung, in einem Fall eine zusätzliche Medialverlagerung. Die A. cerebri posterior verlief einmal angehoben, einmal gestreckt und einmal gestreckt und angehoben.

Bei Kleinhirnbrückenwinkeltumoren kommt es zur Überlagerung durch zahlreiche Knochenstrukturen. Im Subtraktionsbild heben sich jedoch die Gefäße von den abgeschwächten Knochenstrukturen gut ab (Krayenbühl).

Die A. cerebelli inferior anterior ist gewöhnlich das wichtigste zuführende Gefäß bei Kleinhirnbrückenwinkeltumoren. Diese Tumoren zeigen gewöhnlich eine ziemlich kurz anhaltende Tumoranfärbung und eine frühe Venendrainage (Kieffer, Naidich).

Die Tumoren im Kleinhirnbrückenwinkel drängen gewöhnlich die

Gefäße vom Felsenbein weg (Kendall).

Die angiographischen Zeichen eines Tumors im Kleinhirnbrückenwinkel sind:

1) Verlagerung des proximalen Anteils der A. cerebelli superior nach kranial und/oder medial. Dies findet man nur bei extraaxialen Tumoren, nicht bei intraaxialen.
2) Verlagerung der A. cerebelli inferior anterior nach kranial oder kaudal.
3) Verlagerung des proximalen Anteils der A. cerebelli inferior posterior nach kaudal, medial und dorsal.
4) Lateralverlagerung und Streckung der Hemisphärenäste der Aa. cerebelli superior und inferior posterior.
5) Streckung und kontralaterale Verlagerung der A. basilaris im a.p.-Bild.
(George, Kieffer, Krayenbühl, Naidich, Wolpert)

Eine Kranialverlagerung der A. cerebelli inferior anterior ist ein wichtiger Hinweis auf einen expansiven extraaxialen Tumor im Kleinhirnbrückenwinkel. Eine Kaudalverlagerung der A. cerebelli inferior anterior ermöglicht keine Differenzierung zwischen einem intraaxialen und einem extraaxialen Tumor im Kleinhirnbrückenwinkel (Pinto).

Die 15 Kleinhirnhemisphärentumoren (3 Ependymome, 8 Angioblastome, 2 Spongioblastome, 2 Metastasen) waren im Nativscan ganz überwiegend hypodens und zeigten im Kontrastscan gewöhnlich geringe bis deutliche, meist ringförmige Dichteanhebung. Der vierte Ventrikel war in 5 Fällen erweitert und in 3 Fällen verlagert und deformiert. Bei 11 Kleinhirnhemisphärentumoren wurde eine retrograde Brachialisangiographie durchgeführt. In

9 Fällen (2 Ependymome, 6 Angioblastome, 1 Metastase) trat eine pathologische Vaskularisation auf. Der Zufluß erfolgte in 3 Fällen über die A. cerebelli inferior posterior, in 2 Fällen über die A. cerebelli superior und in einem Fall über die A. cerebri posterior und A. cerebelli inferior posterior, möglicherweise auch über meningeale Gefäße. In 3 Fällen war der Zufluß nicht eindeutig abgrenzbar. Außerdem fanden sich folgende Gefäßdislokationen: Die A. basilaris war in 10 Fällen an den Clivus angepreßt bzw. verlief sehr clivusnah. In einem Fall zeigte sie darüberhinaus eine seitliche Verlagerung, in einem anderen Fall wies sie neben der Anpressung an den Clivus einen sehr gestreckten Verlauf auf. Die A. cerebelli inferior posterior war in 6 Fällen kaudal verlagert, in einem Fall zeigte sich eine Anhebung des Wurmabschnittes. In 2 Fällen wies sie eine Medialverlagerung auf. In 7 Fällen zeigte sich eine meist großbogige Verlagerung der Vermienäste nach medial. In einem Fall waren die Hemisphärenäste angehoben und gespannt,in einem anderen waren sie basalwärts verlagert. Die A. cerebelli superior verlief in 2 Fällen angehoben, in einem Fall war sie zusätzlich medialwärts verlagert. Die A. cerebri posterior zeigte in 2 Fällen einen gespannten Verlauf. Im einen Fall war sie medialwärts verlagert, im anderen Fall angehoben.

Die Kleinhirnhemisphärentumoren zeigen häufiger eine pathologische Vaskularisation als die Kleinhirnbrückenwinkeltumoren: 9/11 im Vergleich zu 3/7.

Dies kann darauf beruhen, daß das Felsenbein trotz Subtraktion die Darstellung der feinen Gefäße beeinträchtigt. Außerdem sind die Tumoren im Bereich des Kleinhirnbrückenwinkels kaum vaskularisiert (Dechaume).

Bei Kleinhirnhemisphärentumoren weist die A. cerebelli inferior

posterior charakteristische Veränderungen auf. Die Aa. cerebelli superior und inferior anterior können auch betroffen sein, sie weisen jedoch weniger spezifische Veränderungen auf. Einen typischen Verlauf zeigen die Hemisphären- und Wurmäste der A. cerebelli inferior posterior. Der Wurmast der A. cerebelli inferior posterior verläuft normalerweise streng paramedian. Bei Kleinhirnhemisphärentumoren kommt es zu einer medialwärts Verlagerung im Gegensatz zu medialen Vermistumoren, bei denen es zu einer lateralwärts Verlagerung des Vermisastes kommt. Somit ist der Wurmast der A. cerebelli inferior posterior für die Unterscheidung zwischen Kleinhirnhemisphärentumoren und Tumoren der Mittellinienstrukturen z.B. des Wurmes von entscheidender Bedeutung. Gewöhnlich zeigt sich eine Verlagerung der A. basilaris zum Clivus hin (George, Krayenbühl, Kuru).

Von den 4 Kleinhirnwurmtumoren (ein Ependymom, ein Angioblastom, ein Meningeom, eine Zyste) zeigten zwei Hyperdensität, einer Hypodensität und einer gemischte Dichtewerte im Nativscan. Nach Kontrastmittelapplikation erfolgte in 3 Fällen deutliche, in einem Fall geringe Dichtezunahme. Eine Erweiterung des vierten Ventrikels fand sich in zwei Fällen, wobei in einem Fall zusätzlich eine Ventralverlagerung bestand. Bei allen 4 Kleinhirnwurmtumoren wurde eine retrograde Brachialisangiographie durchgeführt. In 2 Fällen (ein Angioblastom, ein Meningeom) trat eine pathologische Vaskularisation auf. Der Zufluß erfolgte einmal über den Vermienast der A. cerebelli inferior posterior, einmal war er nicht eindeutig abgrenzbar. Außerdem fanden sich folgende Gefäßdislokationen: Die A. basilaris zeigte zweimal einen sehr clivusnahen Verlauf. Die A. cerebelli inferior posterior war in 2 Fällen angehoben, außerdem verlief sie gespannt, lateral- bzw. ventralwärts verlagert. Die A. cerebelli superior war in einem Fall angehoben. Einmal war das Brachialisangiogramm unauffällig.

5 Tumoren (ein Ependymom, ein Angioblastom, ein Astrozytom, 2 Metastasen) betrafen Kleinhirnhemisphäre und Kleinhirnwurm gleichzeitig.

Von den 4 Tumoren des vierten Ventrikels (2 Ependymome, ein Medulloblastom, ein Epidermoid) zeigten 2 Hypo- und 2 Hyperdensität im Nativscan. Im Kontrastscan erfolgte keine bzw. geringe Dichteanhebung. Bei einem der 4 Tumoren des vierten Ventrikels war computertomographisch nicht mit ausreichender Sicherheit zu differenzieren, ob es sich ausschließlich um einen erweiterten vierten Ventrikel oder um einen zusätzlichen Tumoranteil von niedriger Dichte handelt. Dieses Problem wird auch bei anderen Untersuchern (Farnarier) beschrieben. Im CT zeigte sich in 2 weiteren Fällen eine ventralwärts Verlagerung bzw. eine Erweiterung des vierten Ventrikels. Bei allen 4 Tumoren des vierten Ventrikels wurde eine retrograde Brachialisangiographie durchgeführt. Bei keinem stellte sich eine pathologische Vaskularisation dar. Außerdem fanden sich folgende Gefäßdislokationen: Die A. basilaris verlief in 3 Fällen sehr clivusnah. In 2 Fällen zeigte die A. cerebelli inferior posterior einen tiefen Abgang bzw. war kaudal verlagert. Einmal war der Vermienast nach rostral verlagert. In einem Fall wies die A. cerebri posterior einen sehr gestreckten Verlauf auf. Der choroidale Punkt war dorsalwärts verlagert.

Bei Tumoren des vierten Ventrikels kommt es ebenso wie bei Kleinhirnbrückenwinkeltumoren zu einer Dorsalverlagerung des choroidalen Punktes im Gegensatz zu Tumoren der Kleinhirnhemisphären oder des Wurmes, bei denen es zu einer Ventralverlagerung des choroidalen Punktes kommt (Megret).

In einem Fall, einem Medulloblastom, war sowohl die Kleinhirn-

hemisphäre, als auch der Wurm und der vierte Ventrikel betroffen.

Ein Tumor war hauptsächlich im Bereich des Tentoriumsschlitzes lokalisiert, vorwiegend infratentoriell. Es handelte sich dabei um ein von der Hinterwand des dritten Ventrikels ausgehendes Ependymom. Im Nativscan zeigte sich eine zentrale hypodense Zone mit einem Ring von isodensem Material. Nach Kontrastmittelgabe färbte sich der isodense Bezirk an. Im Bereich des Tentoriums median zeigte sich im retrograden Brachialisangiogramm eine zarte pathologische Vaskularisation, deren Zufluß aus einem tentoriumnahen, infratentoriellen Gefäß, vermutlich einem Ast der A. cerebelli superior, und eventuell auch aus Posterior-Ästen stammt. Auch ein Externagefäß scheint beteiligt zu sein. Die A. cerebelli inferior posterior rechts ist seitlich verlagert, insbesonders ab dem retrotonsillären Segment. Die Basilarisgabel ist auffallend breit.

In 2 weiteren Fällen (ein Astrozytom, ein Spongioblastom), bei denen nur ein CT durchgeführt wurde, handelte es sich um einen Tumor, der im Pons-Mittelhirn-Tentoriumschlitzbereich lokalisiert war und um einen, der Kleinhirnwurm, Pons und Medulla oblongata betraf. Beide waren im Nativscan hyperdens und wiesen Verkalkungen auf. Im einen Fall zeigte sich keine, im anderen deutliche Dichteanhebung im Kontrastscan. Im einen Fall war der vierte Ventrikel deformiert und nach ventral links verlagert, im anderen war er erweitert.

Hirnstammtumoren oder intraaxiale Tumoren sind seltene, hauptsächlich bei Kindern und jungen Erwachsenen auftretende Tumoren, die im CT ein polymorphes und variables Bild zeigen. Die CT liefert wertvolle topographische Daten bei intraaxialen

Tumoren und zeigt die Ausdehnung des Tumors in das umgebende Hirngewebe an, während die Bestimmung der Tumorart schwieriger ist als bei extraaxialen Tumoren. Auf Grund der Knochenstrukturen sind Artefakte in diesem Bereich auch häufiger (Farnarier, Staelens).

2. AUSDEHNUNG

Die kleinsten Tumoren in dieser Serie hatten einen Durchmesser von 1,5 cm. Bei der Bestimmung der Tumorausdehnung war die CT der Angiographie deutlich überlegen.

Die Vorhersage der Tumorgröße mittels CT steht oft in guter Korrelation zur Schätzung der Tumorgröße bei der Operation (Dubois).

Im Angiogramm können Schlüsse auf die Größe eines Tumors im allgemeinen nicht allein aus der Größe des pathologisch vaskularisierten Gebietes gezogen werden, da dieses Gebiet nur einen Teil des Prozesses darstellen kann. Jedoch kann die Ausdehnung eines Tumors auch wesentlich größer sein, als man auf Grund der Gefäßverlagerungen annimmt (Kendall, Olivecrona).

Die Tabellen 3 und 4 geben einen Überblick über Ausdehnung, Lokalisation und pathologische Vaskularisation der Tumoren dieser Serie.

TABELLE 3

Ausdehnung und Lokalisation

Tumorart	Zahl	Ausdehnung	Lokalisation					
			Kleinhirn-brücken-winkel	Hemi-sphäre	Wurm	Hemisphäre und Wurm	vierter Ventrikel	weitere Lokalisationen
Akustikus-neurinom	9	2x1 cm bis ∅ 5 cm und größer	9 z.T. mit Ausdehnung in d. Kleinhirn-hemisphäre oder ins Mittelhirn					
Ependymom	8	1,5x2 cm bis ∅ 5-6 cm und größer		3	1	1	2	Tentorium-schlitz: 1
Angio-blastom	10	∅ 1,5 cm bis 5-6 cm		8	1	1		
Medullo-blastom	2	∅ 1,5 cm bis 5-6 cm					1	Wurm + vierter Ventrikel + Klein-hirnhemisphäre: 1
Spongio-blastom	3	ausgedehnt, in 2 Fällen d. gesamte Kleinhirn-hemisphäre		2				Kleinhirnwurm + Pons + Medulla oblongata : 1
Astrozytom	2	∅ 4,5 cm und größer				1		Pons-Mittelhirn-Tentoriumschlitz: 1
Meningeom	2	∅ 2 cm und größer	1		1			
Metastase	4	4,5x3 cm und größer		2		2		
Epidermoide	3	3x1,5 cm und größer	2				1	
Zyste	1				1			
insgesamt	44		12	15	4	5	4	4

TABELLE 4

Lokalisation und pathologische Vaskularisation

Lokalisation	Zahl der angiographierten Fälle	Pathologische vorhanden	Vaskularisation fehlt
Kleinhirnbrückenwinkel	7	3	4
Hemisphäre	11	9	2
Wurm	4	2	2
Hemisphäre + Wurm	3	2	1
vierter Ventrikel	4	0	4
Tentoriumschlitz	1	1	0
insgesamt	30	17	13

3. TUMORART

Die Akustikusneurinome

Die Lokalisation der 9 Akustikusneurinome war der Kleinhirnbrückenwinkel. Z.T. zeigte sich eine Ausdehnung in die Kleinhirnhemisphäre oder ins Mittelhirn.

Die Ausdehnung der Akustikusneurinome lag zwischen 2 x 1 cm und einem Durchmesser von über 5 cm. 67 % hatten einen Durchmesser von unter 4 cm.

Von den 9 Akustikusneurinomen waren im Nativscan 5 hypodens, z.T. ringförmig, z.T. halbkugelig. Dies entspricht 55,5 %. Nach Kendall sind 45 % der Akustikusneurinome hypodens. Ein Akustikusneurinom war isodens und somit im Nativscan nicht sicher erkennbar.

Eines zeigte gemischte Dichtewerte. Es war hyperdens mit einer zentralen Aufhellung. In 2 Fällen lag kein Nativscan vor.

Nach Kontrastmittelgabe zeigte sich in 8 Fällen deutliche, in einem Fall, bei dem es sich um einen sehr ausgedehnten Tumor handelte, geringe Dichtezunahme. Kontrastverstärkung erfolgte somit in dieser Serie in 100 %, bei Kendall in 96 %. Die Dichteanhebung war oft homogen. Oft war der angefärbte Bereich kugelig. Die zentrale Aufhellung blieb von der Dichteanhebung ausgespart.

In 4 Fällen lag ein mittelgradiger, in einem ein leichter Hydrocephalus vor. Die Akustikusneurinome in dieser Serie zeigten in 55,5 %, nach Dubois in 47 %, nach Naidich in 50 % und nach Kazner in 66,7 % einen Hydrocephalus. Der vierte Ventrikel war in 4 Fällen verlagert, in 2 erweitert. In einem Fall zeigte sich eine leichte Asymmetrie der basalen Zisternen und eine weite Kleinhirnbrückenwinkelzisterne auf der Tumorseite.

Bei 5 Akustikusneurinomen wurde ein retrogrades Brachialisangiogramm durchgeführt. Eine pathologische Vaskularisation zeigte sich in 60 %, nach Kendall in 62 % und nach Peters in etwa 50 %. Sie trat in den späten arteriellen Phasen auf. Einmal war sie relativ zart und inhomogen, einmal zeigte sie einen sehr regelmäßigen Aufbau der beteiligten Gefäße mit einer gewissen Randbetonung, sowie ein ausgeprägtes, nahezu geschlossenes Randvenennetz. Der Zufluß erfolgte in einem Fall aus der A. cerebelli superior und inferior anterior; in den beiden anderen Fällen war der Zufluß nicht sicher abgrenzbar. Außerdem fanden sich folgende Gefäßdislokationen: Die A. basilaris zeigte einmal eine Anpressung an den Clivus, einmal eine Abdrängung vom Clivus und eine Seitenverlagerung. Die A. cerebelli inferior posterior wies in 4 Fällen eine Kaudalverlagerung auf, außerdem in 2 Fällen eine Seitenverlagerung. Die A. cerebelli inferior anterior war einmal kranial und einmal kaudal

verlagert. Die A. cerebelli superior war zweimal angehoben, einmal zusätzlich medialwärts verlagert. Die A. cerebri posterior wies einmal eine Anhebung im zisternalen Abschnitt auf.

Akustikusneurinome sind die häufigsten gutartigen Tumoren der hinteren Schädelgrube (Takahashi).

Sie sind durch ihre Lage und ihre kräftige Kontrastmittelanreicherung bei meist geringer Röntgendichte im Nativscan nachweisbar (Lange). Intrakanalikuläre Akustikusneurinome können mit der CT jedoch nicht dargestellt werden (Dubois, Huckmann).

Sie stellen sich im Nativbild gewöhnlich als schlecht abgegrenzte Bezirke von leicht verminderter, manchmal auch gleicher oder leicht erhöhter Dichte verglichen mit normalem Hirngewebe dar. Dies kann die primäre Erkennbarkeit erschweren. Wenn sie isodens sind, sind sie vor Kontrastmittelapplikation nicht sichtbar und können dann nur auf Grund indirekter Tumorzeichen, wie Hydrocephalus, Ödem und Verlagerung des vierten Ventrikels vermutet werden. Akustikusneurinome von mäßiger oder ausgedehnter Größe können zentral verminderte Dichte aufweisen, die nekrotischen Veränderungen entspricht. Sie haben dann Ringform. Zysten innerhalb des Tumors sind leicht auf Grund ihrer Hypodensität zu erkennen . Akustikusneurinome weisen gewöhnlich eine sphärische, deutlich umschriebene, sehr intensive und vorwiegend homogene Dichtezunahme nach Kontrastmittelgabe auf. Einige wenige zeigen nur geringe Dichteanhebung (Davis, Dubois, Greitz, Gyldensted, Huckmann, Kaznar, Kendall, King, Naidich, New, Paxton, Peeters, Salvolini, Staelens, Steinhoff).

Der vierte Ventrikel ist oft zur Gegenseite verlagert, manchmal auch erweitert. Eine Obliteration der Kleinhirnbrückenwinkelzisterne ist schwierig zu erkennen, was auf Artefakten von niedriger Dichte

in dieser Region beruht. Manchmal ist die Kleinhirnbrückenwinkelzisterne erweitert (Dubois, Greitz, King, Naidich, Staelens).

Im Angiogramm zeigte sich nach Peeters in etwa 50 %, nach Kendall in 62 % und nach Theron in 20 - 65 % eine pathologische Vaskularisation. Diese kann aus relativ regelmäßig retikulär angeordneten oder ein Gefäßknäuel bildenden Gefäßen bestehen. Die Tumoranfärbung ist oft fleckig, miliar, manchmal auch diffus und zeigt sich in der späten arteriellen oder in der kapillären Phase. Die Anfärbung ist schwach bis mittelmäßig ausgeprägt. Die hypervaskulären Akustikusneurinome zeigen in der Mehrzahl der Fälle einen deutlichen Tumorrand und zuführende Gefäße, die um den Tumor einen Ring bilden, bevor sie in ihn eintreten. Manchmal sieht man Kapselgefäße. In manchen Fällen jedoch ist der Tumor schlecht abgrenzbar. Einige Akustikusneurinome zeigen eine gleichmäßige Anfärbung, andere dagegen weisen Areale vermehrter und verminderter Vaskularität nebeneinander auf. Der Zufluß erfolgt meist aus der A. cerebelli inferior anterior, seltener aus den Aa. cerebelli inferior posterior und superior. Die pathologische Vaskularisation und besonders die Kapselvenen geben am besten die Größe und die Ausdehnung des Tumors wieder, den sie gewöhnlich deutlich abgrenzen. Akustikusneurinome können auch avaskulär sein.

Gefäßdislokationen: Wenn der Tumor groß ist, verläuft die A. basilaris clivusnah. Außerdem können Akustikusneurinome zu einer kontralateralen Verlagerung dieser Arterie führen. Manchmal zeigt sich auch eine Dorsalverlagerung der A. basilaris. Das medulläre Segment der A. cerebelli inferior posterior kann gestreckt und kaudal verlagert sein. Die kaudale Schleife kann bis unter die Foramen-Magnum-Ebene reichen . Das supratonsilläre und das hintere medulläre Segment können eine Dorsalverlagerung aufweisen. Da die A. cerebelli inferior anterior normalerweise entweder oberhalb oder unterhalb des VII. und VIII. Hirn-

nerven verläuft, wird sie durch ein Akustikusneurinom entweder kranial- oder kaudalwärts verlagert. Außerdem zeigt sie eine Dorsalverlagerung. Das anterolaterale Segment der A. cerebelli superior kann nach hinten und medial und, wenn der Tumor sich bis in die Nähe des Mittelhirns ausdehnt, nach kranial verschoben sein. Die A. cerebri posterior ist gelegentlich bei großen Akustikusneurinomen angehoben. Im Falle einer Anhebung der A. cerebri posterior liegt gewöhnlich gleichzeitig eine Verlagerung der A. cerebelli superior, der A. basilaris und der A. cerebelli inferior anterior vor (Dechaume, George, Kendall, Kieffer, Moscow, Naidich, Olivecrona, Peeters, Pinto, Takahashi, Theron).

Auf Grund der Lokalisation sind differentialdiagnostisch in erster Linie Meningeome in Erwägung zu ziehen. Sie zeigen aber z.T. eine etwas abweichende Lokalisation im Brückenwinkel, oder sie weisen Verkalkungen auf, die bei Neurinomen nicht anzutreffen sind (Kazner). Es gibt kein spezifisches Tumormuster, die CT-Erscheinung von Akustikusneurinomen ist variabel, so daß die Unterscheidung von Meningeomen oder Metastasen schwierig sein kann (Dubois, Vandresse). Epidermoide dagegen haben gewöhnlich niedrige Dichte im Nativ- und im Kontrastscan, so daß ihre Unterscheidung von Akustikusneurinomen möglich ist (Dubois). Ein iso- oder hypodenser Kleinhirnbrückenwinkeltumor ohne deutlich begrenzten hypodensen Randsaum ist sehr wahrscheinlich ein Akustikusneurinom, während eine hyperdense Raumforderung mit gleicher Lokalisation eher ein Meningeom ist (Naidich). Angiographisch können hypervaskuläre Raumforderungen nicht zuverlässig von Meningeomen, avaskuläre nicht von Epidermoiden unterschieden werden (Dubois). Akustikusneurinome und Meningeome im Kleinhirnbrückenwinkel weisen keinen Unterschied in der Intensität der Tumoranfärbung auf (Kieffer). Eine genaue Artdiagnose ist bei Akustikusneurinomen angiographisch oft schwierig (King). In einzelnen Fällen jedoch zeigt sich ein charakteristisches Gefäßmuster und eine Unterscheidung zwischen Neurinomen und Meningeomen ist möglich (Moscow).

Die Ependymome

Von den 8 Ependymomen waren 3 hauptsächlich in der Kleinhirnhemisphäre, eines hauptsächlich im Wurm, eines in der Kleinhirnhemisphäre und im Wurm, 2 im vierten Ventrikel und eines in erster Linie im Tentoriumschlitz lokalisiert.

Die Ausdehnung variierte zwischen einem Durchmesser von 1,5 cm und einem von über 6 cm.

Im Nativbild waren 3 hypodens, 3 hyperdens, eines zentral hypodens mit isodensem Ring und eines zeigte medial eine Zone stark verminderter Dichte, die einer Zyste entsprach, und lateral eine Zone stark vermehrter Dichte, die einer Verkalkung entsprach.

In 3 Fällen erfolgte keine, in einem geringe und in 2 deutliche Dichteanhebung im Kontrastscan. 2 Ependymome zeigten eine zentrale Aufhellungszone. In 2 Fällen lag kein Kontrastscan vor.

In 87,5 % zeigte sich ein Hydrocephalus, fünfmal war er mittelmäßig, zweimal stark ausgeprägt. Einmal war der vierte Ventrikel von dorsalwärts komprimiert und ventralwärts verlagert, einmal erweitert, und einmal war der vierte Ventrikel von einem zystischen Herd nicht sicher abzugrenzen.

In allen 8 Fällen wurde ein retrogrades Brachialisangiogramm durchgeführt. Bei 3 Ependymomen (37,5 %) zeigte sich eine pathologische Vaskularisation. Davon lag eines im Tentoriumbereich, zwei in den Kleinhirnhemisphären. Im Bereich des Tentoriumschlitzes sah man eine zarte, rundliche kapilläre Anfärbung, deren Zufluß aus einem tentoriumnahen Gefäß, vermutlich aus einem Ast der A. cerebelli superior und eventuell auch aus Posteriorästen stammte. Auch ein Externagefäß schien beteiligt zu sein. Im Bereich der Kleinhirn-

hemisphären zeigte sich in einem Fall eine ausgedehnte, zarte, lang andauernde pathologische Vaskularisation rechts mit Angrenzung an den Sinus transversus. Die Anfärbung blieb bis in die frühen venösen Phasen bestehen. Zuflüsse kamen aus dem Gebiet der A. cerebri posterior und der A. cerebelli inferior posterior, möglicherweise auch von meningealen Gefäßen. Im anderen Fall zeigte sich eine ausgedehnte pathologische Vaskularisation in Clivusnähe, vorwiegend aus praekapillären Gefäßen und frühen Venen. In beiden Fällen zeigte sich eine Zirkulationsverzögerung.

Ein Ependymom des vierten Ventrikels wies eine arteriovenöse Kurzschlußverbindung, vermutlich aus einem Ast der A. cerebri posterior, auf, die schon in den früharteriellen Phasen zum Sinus sigmoideus und zur Vena jugularis drainierte. Solche arteriovenösen Kurzschlüsse sieht man bei Ependymomen selten.

In einem Fall fiel im Angiogramm ein kugeliger zarter Verkalkungsherd in der hinteren Schädelgrube links auf, der sich auch im CT darstellte, und der sich auch bei der Operation bestätigte.

Die Gefäßdislokationen sind von der Tumorlokalisation abhängig. So wiesen die Ependymome im Kleinhirnhemisphärenbereich gewöhnlich eine Anpressung der A. basilaris an den Clivus, ebenso wie eine Verlagerung der A. cerebelli inferior posterior nach kaudal und zur Gegenseite auf. Auch der Wurmast war zur Gegenseite verlagert. Das Ependymom im Kleinhirnwurmbereich zeigte ein unauffälliges Brachialisangiogramm. Ein Ependymom war in Kleinhirnhemisphäre und Wurm lokalisiert. Die A. basilaris verlief clivusnah. Der proximale Anteil der A. cerebelli inferior posterior war ventral verlagert, was auf eine Ventralverlagerung des vierten Ventrikels hinweist. Eines der beiden Ependymome im Bereich des vierten Ventrikels zeigte einen clivusnahen Basilarisverlauf, eine

Kaudalverlagerung der medullären Schleife der A. cerebelli inferior posterior sowie eine Rostralverlagerung des Vermienastes. Das andere wies einen Abbruch der Kontrastierung der rechten A. vertebralis in Höhe des Foramen magnum auf. Dieser Befund dürfte als Druckzeichen des Tumors im Bereich der hinteren Schädelgrube zu interpretieren sein. Bei dem Ependymom im Tentoriumschlitzbereich stellte sich im Angiogramm eine auffallend breite Basilarisgabel, sowie eine seitliche Verlagerung der A. cerebelli inferior posterior, besonders ab dem retrotonsillären Segment, dar. Ependymome liegen häufig in der Mittellinie der hinteren Schädelgrube. Ihre Hauptlokalisation ist der vierte Ventrikel (Davis, Kazner, Wilson).

Sie können im Nativscan sehr unterschiedliche Befunde zeigen. Oft sind sie leicht hyperdens Große Ependymome können zystisch sein. Manchmal treten Verkalkungen auf. Meist erfolgt eine Dichteanhebung nach Kontrastmittelgabe Häufig sind sie mit einem Hydrocephalus verbunden (Boltshauser, Davis, Kazner, Nadjmi, Paxton, Stochdorph, Vandresse, Wilson).

Die Veränderungen im Angiogramm bei Ependymomen sind nicht spezifisch und gleichen denen bei anderen gut differenzierten Tumoren. Sie zeigen oft keine angiographisch nachweisbare pathologische Vaskularisation (Arendt, Krayenbühl).

Differentialdiagnostisch schwierig ist die Unterscheidung von Medulloblastomen und Ependymomen, da beide Tumoren im Nativbild bereits erhöhte Dichtewerte aufweisen können und praktisch im gleichen Ausmaß Kontrastmittel aufnehmen. Auch können Verkalkungen bei beiden Tumoren auftreten. Angiographisch ist eine Unterscheidung zwischen Ependymomen und Medulloblastomen nicht möglich (Arendt, Kazner, Staelens).

Die Angioblastome

Von den 10 Angioblastomen waren 8 in den Kleinhirnhemisphären, eines im Wurm und eines in der Kleinhirnhemisphäre und im Wurm lokalisiert.

Die Angioblastome in dieser Serie waren gewöhnlich kleinere Raumforderungen: 90 % dieser Tumoren hatten einen Durchmesser unter 5 cm, 70 % einen Durchmesser unter 4 cm. Der Durchmesser variierte zwischen 1,5 cm und 5 - 6 cm.

Im Nativscan zeigte sich achtmal eine Hypodensität, einmal Isodensität und einmal ein teils iso-, teils hypodenser, unregelmäßig strukturierter Bezirk.

Nach Applikation von Kontrastmittel fand dreimal geringe, randständige Dichtezunahme, die z.T. kugelig war, statt. In 5 Fällen zeigte sich deutliche Dichtezunahme. Einmal war sie saumförmig, einmal ringförmig. Einmal färbte sich ein kommaförmiger Bezirk an, der einem Gefäßkonvolut entsprach. Einmal stellte sich ein ausgezipfelter Bezirk dar, der einem gefäßreichen Tumoranteil entsprach. Einmal war die Dichteanhebung homogen. Bei einem Angioblastom zeigte sich keine sichere Dichtezunahme. In einem Fall wurde kein Kontrastscan durchgeführt.

80 % der Angioblastome dieser Serie zeigten einen Hydrocephalus. Er war einmal leicht, viermal mittelmäßig und dreimal stark ausgeprägt. Zweimal war der vierte Ventrikel nicht abgrenzbar, dreimal erweitert, einmal zur Gegenseite verlagert und deformiert, einmal ventralwärts verlagert und von dorsal her abgeplattet und einmal komprimiert und geringfügig zur Gegenseite verlagert. Einmal waren die basalen Zisternen deutlich verstrichen.

In 9 Fällen wurde eine retrograde Brachialisangiographie durchgeführt. Typisch für Angioblastome war ein kleiner, gefäßreicher, angiomatöser und ein großer, offenbar zystischer, jedenfalls gefäßarmer Tumoranteil im Brachialisangiogramm. Bei 8 Angioblastomen (89 %) zeigte sich eine pathologische Vaskularisation. Diese war oft kräftig, gefäßreich, z.T. homogen, von kugeliger Gestalt und bohnen- bis kirschgroß. Manchmal hatte sie jedoch einen Durchmesser von bis zu 4 cm. Die Zeichen der Raumforderung reichten oft deutlich über den Bezirk der Anfärbung hinaus. Manchmal stellte sich ein präkapilläres oder kapilläres pathologischesGefäßnetz dar. Manchmal fand sich eine Ausbildung von Kontrastmittellakunen in den venösen Phasen. Die Anfärbung zeigte sich schon in den frühen arteriellen Phasen und hielt bis in die späten venösen Phasen an. Der Zufluß erfolgte dreimal über die A. cerebelli inferior posterior, zweimal über die A. cerebelli superior, einmal über die A. cerebelli inferior posterior und die A. cerebelli inferior anterior und einmal über den Vermienast. In einem Fall war der Zufluß nicht eindeutig abgrenzbar. Zweimal stellte sich in den venösen Phasen ein auffallend gefäßarmer Bezirk dar.

Daneben fanden sich folgende Gefäßdislokationen: Die A. basilaris verlief achtmal clivusnah bzw. an den Clivus angepreßt. In 5 Fällen zeigte sich eine kaudalwärts Verlagerung der A. cerebelli inferior posterior. Zusätzlich war sie zweimal lateral, einmal ventral und einmal dorsal verlagert. Einmal wies sie eine Anhebung im Bereich des Wurmabschnittes auf. Fünfmal war der Wurmast großbogig zur Gegenseite verlagert, einmal war er in seinem Anfangsabschnitt nach kaudal verlagert. Die A. cerebelli inferior anterior war in einem Fall im zisternalen Abschnitt stark basalwärts verlagert. Einmal zeigte sich eine Anhebung und Medialverlagerung der A. cerebelli superior. In einem Fall war die A. cerebri posterior

gestreckt und angehoben.

Die Angioblastome sind die zweithäufigsten Tumoren der hinteren Schädelgrube im Erwachsenenalter. Ihre Häufigkeit beträgt 7,3 - 8,8 % unter den Tumoren der hinteren Schädelgrube (Nadjmi, Wylle).

Gewöhnlich sind sie in den Kleinhirnhemisphären lokalisiert (Wilson). Im Nativscan stellen sie sich als gut abgegrenzte hypodense, zystische Bezirke dar. Im Kontrastscan zeigen sie gewöhnlich deutliche Dichteanhebung eines randständigen Knotens. Meist verursachen sie einen mittelmäßigen Hydrocephalus (Kazner, Paxton, Stochdorph, Wilson).

Im Angiogramm zeigt sich in der Mehrzahl der Fälle eine pathologische Vaskularisation. Sie ist meist rund oder ovalär, kleinschollig oder mehr homogen und zeigt sich bereits in der früharteriellen Phase. Sie reicht stets bis in die venöse und spätvenöse Phase und überdauert sogar manchmal den eigentlichen Hirnkreislauf. Der arterielle Zufluß erfolgt vorwiegend über die A. cerebelli inferior posterior, die A. cerebelli superior oder auch über beide gemeinsam. Die Annäherung der A. basilaris im seitlichen Strahlengang an den Clivus ist nahezu immer mehr oder weniger deutlich ausgeprägt, ebenso die basale Verlagerung der A. cerebelli inferior posterior, sowohl bei den Unterwurmtumoren als auch bei der Hemisphärenlokalisation. Diese Veränderungen sind jedoch nicht pathognomonisch, so daß die angiographische Diagnose der Lindautumoren hauptsächlich auf dem Nachweis einer pathologischen Gefäßanfärbung beruht. Angioblastome sind im Angiogramm dadurch charakterisiert, daß sie sehr gefäßreich sind, und daß nur bei ihnen eine Knotenbildung vorkommt. Diese wandständigen Tumorknoten zeigen gewöhnlich eine Tumoranfärbung, während die zysti-

sche Komponente anhand von Gefäßverlagerungen erkannt werden kann. Der reichlich vaskularisierte Teil kann sehr klein sein, aber in der Mehrzahl der Fälle ist er so groß, daß man ihn durch Angiographie nachweisen kann. Bei den Lindautumoren kann man zwei Typen unterscheiden. Bei dem ersten Typ bildet der vaskularisierte Teil einen bis haselnußgroßen Knoten, der sich in eine Zyste einbuchtet, in der Mehrzahl der Fälle besteht er aus einem dichten Netzwerk feiner, relativ regelmäßiger Gefäße, die gleichsam ein Knäuel bilden. Die Gefäße füllen sich bereits in der Arterienphase. Der vaskularisierte Teil ist immer gut abgegrenzt. Die Größe des zystischen Tumoranteils muß man nach der Gefäßdislokation der Umgebung beurteilen, aber es ist auffallend, wie wenig die Gefäßdislokation selbst bei großen Zysten hervortritt. Bei dem zweiten Typ bildet der vaskularisierte Teil des Tumors die eigentliche Zystenwand. In diesen Fällen wird also eine i.a. einige Millimeter breite, ziemlich gut abgegrenzte, gefäßreiche, zirkuläre Zone, die ein gefäßarmes Gebiet umgibt, sichtbar. Diese gefäßreiche Zone ist in der Hauptsache aus Kapillaren und kleinen Venen aufgebaut und erscheint so am besten auf später aufgenommenen Bildern. Die Größe des Tumors ist in diesen Fällen direkt ersichtlich (Dechaume, Kendall, Krayenbühl, Nadjmi, Olivecrona, Wylle).

Lindautumoren sind im CT, abgesehen von wenigen Ausnahmen, durch große Zysten charakterisiert. Angioblastomzysten können nicht von anderen zystischen Formationen, wie Arachnoidalzysten oder zystischen Sarkomen der hinteren Schädelgrube, unterschieden werden. Auch eine Differenzierung zwischen Hämangioblastomen und zystischen Kleinhirngliomen kann schwierig sein. In der Computertomographie stellt sich in manchen Fällen nur der zystische Anteil dar. In diesen Fällen kann mit der Angiographie der solide und oft kleine gefäßreiche Tumoranteil dargestellt werden. Anderer-

seits kann mit der Angiographie nicht immer das Ausmaß der Zyste erfaßt werden (Baker, Kazner, Nadjmi).

Die Medulloblastome

Im einen Fall war der vierte Ventrikel befallen, im anderen Wurm, vierter Ventrikel und Kleinhirnhemisphäre.

Der Durchmesser war einmal 3 cm, einmal 5 - 6 cm.

Das eine Medulloblastom war im Nativscan hyperdens und zeigte nach Kontrastmittelgabe deutliche Dichteanhebung. Das Ventrikelsystem war bei liegendem Shunt-System nicht abgrenzbar. Im anderen Fall, jedoch unter Bestrahlungstherapie, stellte sich eine scharf begrenzte Aufhellungszone dar, die keine Dichtezunahme im Kontrastscan aufwies. Es lag ein leichter Hydrocephalus vor, der vierte Ventrikel war erweitert.

Vor der Bestrahlungstherapie wurde in diesem Fall eine retrograde Brachialisangiographie durchgeführt. Es zeigte sich keine pathologische Anfärbung. Die A. basilaris verlief clivusnah. Der Tonsillenabschnitt der A. cerebelli inferior posterior wies einen tiefen Verlauf auf. Die hinteren Hirnarterien waren etwas gestreckt. Außerdem stellte sich eine deutliche Zirkulationsverzögerung dar. Im anderen Fall lag kein retrogrades Brachialisangiogramm vor.

Medulloblastome sind schnellwachsende, bösartige Tumoren, die besonders bei Kindern vorkommen und dann, vom Kleinhirnwurm ausgehend, rasch in den vierten Ventrikel eindringen und ihn ganz ausfüllen. Häufig stellen sie sich als intraventrikuläre Tumoren dar. Sie können sich auch in die Kleinhirnhemisphären ausdehnen. Die mehr laterale Lokalisation sieht man bei älteren Patienten. Die Mittellinienlokalisation ist für die Medulloblastome der hinteren Schädel-

grube charakteristisch (Huckmann, Kazner, Staelens, Takahashi, Wilson, Zimmermann).

Die Medulloblastome zeigen im Nativscan gewöhnlich leicht erhöhte Dichte, sie können aber auch hypo- oder isodens sein oder gemischte Dichtewerte aufweisen. Sie sind gewöhnlich gut abgegrenzt und homogen. Die Dichtezunahme nach Kontrastmittelgabe ist meist deutlich und uniform. Blutungen, Zysten und Verkalkungen sind selten. Gewöhnlich verursachen die Medulloblastome einen Hydrocephalus. Außerdem haben sie die Tendenz, den vierten Ventrikel auszudehnen, wobei der Hauptteil des Tumors in den vierten Ventrikel hineinragt (Berger, Boltshauser, Davis, Greitz, Harwood-Nash, Huckmann, Kazner, Nadjmi, Paxton, Staelens, Stochdorph, Takahashi, Wilson, Zimmermann).

Medulloblastome zeigen im Angiogramm selten pathologische Gefäße, gelegentlich jedoch ist eine feine pathologische Vaskularisation zu sehen; hauptsächlich kennzeichnet aber die Verdrängung der infratentoriellen Gefäße die Medulloblastome. Die A. basilaris ist gewöhnlich gegen den Clivus gepreßt. Das supratonsilläre Segment der A. cerebelli inferior posterior wird nach kaudal verlagert und zeigt minimale bis mittelmäßige anteroposteriore Verlängerung. Das hintere medulläre Segment wird gewöhnlich nach vorn verlagert. Das obere retrotonsilläre Segment ist gewöhnlich verkürzt und zeigt eine Dorsal- und/oder Kaudalverlagerung. Bogenförmige Streckung einzelner Segmente der A. cerebelli superior weist auf eine Kompression und Invasion des Oberwurms hin. Die A. cerebelli inferior anterior verläuft oft gestreckt und gegen das Felsenbein gepreßt, zeigt jedoch keine signifikanten Veränderungen, die für die Lokalisation von Medulloblastomen des vierten Ventrikels nützlich wären. Bei Medulloblastomen sind die angiographischen Befunde, die auf einen erhöhten Hirndruck hinweisen, gewöhnlich deutlicher ausgeprägt als bei anderen Tumoren

des vierten Ventrikels. Man sollte immer an ein Medulloblastom denken, wenn der angiographische Befund auf einen Mittellinientumor mit deutlicher Kompression des Wurms und beträchtlich erhöhtem Hirndruck bei Kindern hinweist (Krayenbühl, Takahashi).

Die CT-Merkmale von Medulloblastomen sind nicht pathognomonisch, aber sehr typisch für diese Tumoren. Einige Tumoren der hinteren Schädelgrube stellen sich in der CT ähnlich dar wie Medulloblastome. Bei Kindern muß man differentialdiagnostisch an Ependymome und solide Astrozytome denken, wobei besonders die Differenzierung von Ependymomen schwierig sein kann . Allein durch Angiographie ist eine Unterscheidung zwischen Medulloblastomen und Ependymomen nicht möglich. Verkalkungen treten eher bei Ependymomen als bei Medulloblastomen auf. Bei Erwachsenen sind eher Angioblastome und Metastasen differentialdiagnostisch in Erwägung zu ziehen. Da Medulloblastome häufig erhöhte Dichtewerte im Nativscan und deutliche Dichteanhebung nach Kontrastmittelapplikation zeigen, muß man differentialdiagnostisch auch an Meningeome denken. Durch das Lebensalter des Patienten, die Vorgeschichte und die Lage in der Mittellinie der hinteren Schädelgrube können Medulloblastome gewöhnlich gegen Meningeome abgegrenzt werden (Arendt, Huckmann, Staelens, Zimmermann).

Die Spongioblastome

In 2 Fällen waren sie in der Kleinhirnhemisphäre lokalisiert, im dritten Fall war der Kleinhirnwurm, die Pons und die Medulla oblongata betroffen.

Die Spongioblastome waren sehr ausgedehnt, in 2 Fällen war die gesamte Kleinhirnhemisphäre befallen.

Zweimal zeigte sich im Nativscan Hypodensität. Einmal sah man

einen kugeligen Bezirk erheblich vermehrter Dichte mit zentral isodensem Verhalten. Es zeigten sich Dichtewerte bis etwa 80, das entspricht Kalkwerten. Nach Kontrastmittelgabe sah man in diesem Fall keine sichere Änderung des Befundes. Im einen der beiden Fälle mit Hypodensität im Nativscan stellten sich im Kontrastscan unregelmäßige, konglomeratartige Ringstrukturen dar, im anderen Fall lag kein Kontrastscan vor. In 2 Fällen (66,7 %) zeigte sich ein mittelgradiger Hydrocephalus. Einmal war der vierte Ventrikel nicht sicher abgrenzbar, einmal deformiert und nach ventral verlagert und einmal erweitert.

In keinem Fall lag ein retrogrades Brachialisangiogramm vor.

Spongioblastome stellen sich im Nativscan häufig als relativ scharf abgegrenzte Zonen verminderter Dichte von runder oder ovaler Form dar. Es können aber auch Verkalkungen auftreten. Durch Kontrastmittelgabe nehmen die soliden Tumoranteile deutlich an Dichte zu und heben sich klar vom zystischen Teil des Tumors ab, so daß eine Ringformation des Tumors entsteht (Kazner, Nadjmi).

Große Tumoren in der hinteren Schädelgrube mit Zystenbildung sind im Kindesalter meist Spongioblastome, bei Erwachsenen kommen in erster Linie Angioblastome in Betracht (Kazner). Zwischen Spongioblastomen und Medulloblastomen besteht kein signifikanter Unterschied der mittleren Absorptionswerte nach Kontrastmittelapplikation, jedoch zeigen Medulloblastome gewöhnlich leicht erhöhte Dichtewerte im Nativscan (Steinhoff).

Die Astrozytome

Die Lokalisation war einmal der Pons-Mittelhirn-Tentoriumschlitzbereich, einmal Kleinhirnhemisphäre und -wurm.

Der Durchmesser betrug 4,5 cm und mehr.

In einem Fall stellte sich im Nativscan eine rundliche, hyperdense Zone mit einzelnen Verkalkungen dar. Nach Kontrastmittelapplikation erfolgte deutliche Dichtezunahme. Histologisch handelte es sich dabei um ein fibrilläres Astrozytom. Im anderen Fall sah man im Nativbild einen ausgedehnten, teils hypo-, teils isodensen Bezirk mit teils ringförmiger, teils mehr solider Dichteanhebung im Kontrastscan. Der histologische Befund ergab, daß es sich um ein ödematös durchtränktes und regressiv verändertes Astrozytom handelte. Der Hydrocephalus war einmal mittelmäßig, einmal stark ausgeprägt. Der vierte Ventrikel zeigte im einen Fall eine Erweiterung, im anderen eine Ventralverlagerung und Schrägstellung im oberen Anteil.

Ein retrogrades Brachialisangiogramm lag nicht vor.

Astrozytome der hinteren Schädelgrube liegen häufig in den Kleinhirnhemisphären (Wilson).

Kleinhirnastrozytome können histologische Variationen zeigen, die mit Variationen der Strukturdichte korrespondieren. Erhöhte Dichte findet man in fibrillären Arealen, zystische Areale zeigen erniedrigte Strukturdichte (Stochdorph).

Im Nativscan zeigt sich häufig ein ausgedehntes Areal verminderter Dichte, manchmal sind isodense Zonen darin enthalten. Kleinhirnastrozytome sind oft zystisch, manchmal können sie im Nativscan auch leicht erhöhte Dichtewerte zeigen und Verkalkungen aufweisen. Sie sind oft unregelmäßig begrenzt. Der solide Tumoranteil erfährt nicht selten nach Kontrastmittelgabe eine Dichtezunahme, die zystischen Tumoranteile erniedrigter Dichte zeigen keine Veränderungen und sind dadurch deutlicher zu erkennen. Die

Dichteanhebung kann ringförmig oder homogen sein. Astrozytome Grad I zeigen beinahe immer verminderte Dichte vor und nach Kontrastmittelinjektion. Astrozytome Grad II dagegen zeigen ein uneinheitliches Bild im Nativscan, Kontrastverstärkung erfolgt nach Wende in etwa 90 % der Fälle. Astrozytome verursachen häufig einen mittelmäßigen Hydrocephalus. Gewöhnlich sieht man Masseneffekte auf das Ventrikelsystem und Verlagerung der Mittellinienstrukturen (Berger, Boltshauser, Butler, Davis, Hacker, Hatam, Huckmann, Kazner, Lange, Nadjmi, New, Paxton, Staelens, Steinhoff, Syvertsen, Wende, Wilson).

Die in der Literatur beschriebenen angiographischen Merkmale der Astrozytome sollen kurz erwähnt werden, auch wenn in den oben beschriebenen Fällen keine retrograden Brachialisangiogramme vorlagen.

Auf Grund der variablen histologischen Struktur der Astrozytome ist es besonders schwierig, einheitliche angiographische Merkmale festzustellen. Die Angaben über die Häufigkeit einer pathologischen Vaskularisation bei Astrozytomen liegen zwischen 20 und 30 %. Die Tumorgefäße sind gewöhnlich schon in der arteriellen Phase zu sehen und sind in beiden Phasen des Angiogramms leicht erkennbar. Die stärkste Intensität des Kontrastmittels sieht man in der arteriellen Phase, seltener in der kapillären und venösen Phase. Der Rand der pathologischen Anfärbung ist gewöhnlich verschwommen, er kann jedoch auch scharf abgegrenzt sein. Die pathologische Vaskularisation kann sich darstellen als ein irreguläres vaskuläres Netzwerk, als radiär angeordnete Gefäße, als einzelne abnorme Gefäße, als konzentrische Ringe oder als ringförmige Anordnung von Gefäßen. Astrozytome mit pathologischer Vaskularisation sind gewöhnlich solide. Die Tumoranfärbung ist häufig diffus und zart. Gewöhnlich besteht sie aus stark geschlängelten Gefäßen, die manchmal

kleine Lakunen aufweisen, aus denen das Kontrastmittel verzögert abfließt. Es sind meist nur wenige zuführende Gefäße zu sehen. Astrozytome weisen gewöhnlich keine arteriovenösen Anastomosen, keine Gefäßunregelmäßigkeiten, keine deutliche Veränderung der Hirnzirkulation und keine gleichzeitige Füllung von Arterien und Venen auf derselben Aufnahme auf. Die einzelnen angiographischen Phasen folgen innerhalb der normalen Zeitabstände aufeinander. Astrozytome sind im allgemeinen durch Gefäßarmut gekennzeichnet. Eine mehr oder weniger starke Auseinanderdrängung und Verlagerung der Gefäße kommt sowohl beim ausschließlich soliden als auch beim zystischen Astrozytom vor und ist vor allem in der arteriellen und kapillären Phase zu erkennen. Bei zystischen Formen ohne eine deutliche Tumorwand zeigt die Angiographie kein charakteristisches Bild. Die Arterienverlagerung ist gewöhnlich sehr ausgeprägt. Die Arterien zeigen meist einen gestreckten, bogenförmigen Verlauf, was darauf hinweist, daß die Verlagerung durch eine sphärische Raumforderung verursacht wurde, typisch für eine Astrozytomzyste. Zystische Astrozytome zeigen eine beträchtliche bogenförmige Gefäßverlagerung und einen großen avaskulären Bezirk, jedoch können auch solide Astrozytome ein derartiges Erscheinungsbild hervorrufen. Die Diskrepanz zwischen der geringen Ausdehnung des Anfärbungsbezirkes und dem Ausmaß der Gefäßverlagerung ist für Astrozytome sehr charakteristisch. Die Tumorgröße wird anhand der Gefäßverlagerung bestimmt. Das großzystische Astrozytom läßt sich gelegentlich durch die angiographisch sichtbare Ringbildung nachweisen. Fibrilläre Astrozytome, die entweder vollständig solide sind oder kleine Zysten enthalten können, können eine zentrale Tumorzirkulation zeigen. Eine zentrale Tumorzirkulation im Angiogramm entspricht gutartigen Tumoren. Dieses angiographische Bild weist darauf hin, daß die Tumorzirkulation, wenigstens was die Arterien betrifft, im Tumorzentrum besonders stark ausgeprägt und in der Peripherie

schwächer ist. Neben der ausgedehnten Gefäßverlagerung sind für fibrilläre Astrozytome ferner Erweiterungen in den Arterien im Bereich der pathologischen Vaskularisation charakteristisch.

Eine typische Anfärbung zeigt sich bei Astrozytomen nicht, sie sind anhand der deutlichen Verdrängung der infratentoriellen Gefäße und anhand eines gefäßarmen Bezirkes erkennbar. Bei kleinen zystischen Astrozytomen versagt die Angiographie bei der Abgrenzung gegen Medulloblastome. Jedoch liefert sie Aussagen über Vorhandensein oder Fehlen von Zysten innerhalb eines Astrozytoms, über das Ausmaß des Blutzuflusses und über die Anzahl, den Verlauf und die Lage der zufließenden Arterien. Gelegentlich ist auch eine Differenzierung von Astrozytomen und Meningeomen angiographisch sehr schwierig oder unmöglich.

Die Hauptcharakteristika der Astrozytome im Angiogramm:

1) kleiner pathologisch vaskularisierter Bezirk
2) deutliche Gefäßverlagerung, die darauf hinweist, daß der Tumor deutlich größer ist als der Bezirk der pathologischen Vaskularisation
3) kleine Lakunen in den Arterien, die einen verzögerten Kontrastmittelabfluß aufweisen
4) stark geschlängelte Tumorarterien, die manchmal Schleifen bilden
5) nur eine kleine Anzahl von Arterien, die den Tumor versorgen
6) in ihrer Gesamtheit normale Hirnzirkulation (Finkemeyer, Krayenbühl, Lima).

Die Meningeome

Die Lokalisation war einmal der Kleinhirnwurm, einmal der Kleinhirnbrückenwinkel.

Der Durchmesser betrug imeinen Fall 2 cm, im anderen war der Tumor etwas ausgedehnter

Im einen Fall stellte sich im Nativscan ein umschriebener hyperdenser Tumor mit Kalkanteilen dar, im anderen Fall ein Konglomerattumor mit mehreren umschriebenen hyperdensen Arealen. In beiden Fällen erfolgte deutliche Dichtezunahme nach Kontrastmittelgabe. Im einen Fall lag kein Hydrocephalus vor, im anderen war er mittelgradig. Das Meningeom im Kleinhirnbrückenwinkelbereich verursachte eine deutliche Verlagerung des vierten Ventrikels zur Gegenseite.

Im Falle des Meningeoms im Kleinhirnwurmbereich lag ein retrogrades Brachialisangiogramm vor. In den Phlebophasen stellte sich bei Subtraktion ein pathologischer Kreislauf mit Abfluß über die Vena vermicularis dar. Die A. basilaris verlief relativ clivusnah. Die A. cerebelli inferior posterior war in ihrem medullären und supratonsillären Abschnitt angehoben und lateralwärts verlagert Der Vermienast zeigte sowohl im seitlichen als auch im a.p - Strahlengang einen relativ unauffälligen Verlauf. Die A. cerebelli inferior anterior füllte sich nur spärlich. Die Aa. cerebri posteriores wiesen keinen sicher pathologischen Verlauf auf.

Meningeome der hinteren Schädelgrube sind viel seltener als Meningeome oberhalb des Tentoriums. Etwa 7,7 % der intrakraniellen Meningeome sind in der hinteren Schädelgrube lokalisiert. Sie sind vier- oder fünfmal seltener als Akustikusneurinome (Salamon).

Meningeome sind im Nativscan überwiegend dichter als das benachbarte Hirngewebe, gelegentlich sind sie isodens, hin und wieder können sie auch zystisch sein und sogar Ringbildung aufweisen. Die Hyperdensität der Meningeome ist meist leicht ausgeprägt, manch-

mal, wenn zahlreiche verkalkte Psammomkörper vorliegen, ist sie deutlich ausgeprägt, und es erfolgt dann nur geringe bzw. keine Zunahme der Dichtewerte im Kontrastscan. Verkalkungen, die bei Meningeomen häufig anzutreffen sind, finden sich besonders im Kleinhirnbrückenwinkelbereich und im Bereich des Tentoriums. Meningeome sind gewöhnlich rundlich, oval oder knotenförmig, und sie sind gewöhnlich gut abgegrenzt. Meist liegen sie einer Wand der hinteren Schädelgrube an. Meningeome vom arachnothelial Typ zeigen erhöhte Dichte, besonders wenn viele verkalkte Psammomkörper vorhanden sind. Vaskuläre Meningeome haben dieselbe Strukturdichte wie normales Hirngewebe. Durch hydropische Degeneration von Meningeomzellen entstehen Areale von verminderter Dichte. Die Dichteanhebung nach Kontrastmittelapplikation ist meist völlig homogen und sehr deutlich, da die Meningeome gewöhnlich stark vaskularisiert sind. Die Meningeome gehören zu den Tumoren mit der besten Kontrastmittelaufnahme. In einigen wenigen Fällen ist die Dichtezunahme jedoch fleckig und unregelmäßig oder nur gering ausgeprägt. Meist gehen Meningeome mit einem Hydrocephalus einher. Sie können auch Ventrikeldeformierung und Verlagerung der Mittellinienstrukturen hervorrufen. Die Kleinhirnbrückenwinkelmeningeome haben die gleichen Auswirkungen auf die Zisternen und den vierten Ventrikel wie die Akustikusneurinome (Ambrose, Baker, Bittighoffer, Braun, Butler, Davis, Dubois, Gildersleeve, Greitz, Huckmann, Kazner, Kendall, Kramer, Lange, Nadjmi, Naidich, Niendorf, New, Paxton, Pay, Salvolini, Sigel, Staelens, Steinhoff, Steudel, Stochdorph, Sutton, Vandresse, Wende, Wiggli).

Das Tumormuster von Meningeomen in der CT ist nicht einheitlich und unspezifisch, jedoch ermöglichen einzelne Kriterien z.B. die sehr starke, völlig homogene Dichtezunahme nach Kontrastmittelgabe in Verbindung mit der rundlichen, ovalen oder knotigen Form, häufig eine Artdiagnose. Im Kleinhirnbrückenwinkelbereich weisen

Verkalkungen, Hyperdensität im Nativscan, eine breite Kontaktzone mit dem Felsenbein oder eine deutliche Ausdehnung durch den Tentoriumschlitz nach kranial eher auf ein Meningeom hin als auf ein Neurinom. Gelegentlich jedoch stellen sich Meningeome wie einige größere Akustikusneurinome dar, d.h. sie zeigen im Kontrastscan eine Dichteanhebung in Form einer breiten peripheren Zone mit einem Zentrum von geringerer Dichte, das geringer vaskularisiert oder nekrotisch verändert ist. Gewöhnlich fehlt jedoch bei Meningeomen eine deutliche Ringform, so daß sie dadurch gegen Akustikusneurinome oder gegen dichte maligne Tumoren abgegrenzt werden können. Auch Ependymome können gelegentlich ein ähnliches Erscheinungsbild wie Meningeome liefern und müssen deshalb in die differentialdiagnostischen Überlegungen mit einbezogen werden (Davis, Kazner, New, Sutton, Wiggli).

Mit der CT können auch kleine Meningeome dargestellt werden, die man mit der Schädelleeraufnahme oder der Angiographie nicht erkennen kann (Vandresse).

Im Angiogramm zeigen die Meningeome eine homogene, dichte Tumoranfärbung im gesamten Tumorbereich, die von der arteriellen bis in die venöse Phase anhält. Die Meningeome sind angiographisch charakterisiert durch eine diffus-homogene und verlängerte Anfärbung in der Früh- und Spätphase des Phlebogrammes. Die zuführenden Arterien sind erweitert oder sehr dünn, geschlängelt oder gestreckt und enden in feinen, zahllosen, neu geformten Ästen. Oft stellt sich das Zentrum dieser, sich radiär ausbreitenden Arterien im Angiogramm deutlich dar. Die Peripherie des Tumors wird durch zahlreiche feine Kapillaren gebildet, wodurch in der kapillären und venösen Phase des Angiogramms die diffus-homogene Anfärbung des Tumors zustande kommt. Bisweilen können neue, in der kapillären Phase feine, in der venösen Phase weite, bogen-

förmig verlaufende Randgefäße (Ringbildung) festgestellt werden. Der venöse Abfluß erfolgt gewöhnlich durch eine geringe Anzahl erweiterter Venen, die in bogenförmigem Verlauf die Zone der pathologischen Vaskularisation begrenzen und in erweiterte cerebrale oder meningeale Venen abfließen. Die Tumorzirkulation ist somit gewöhnlich gut abgegrenzt. Meningeome weisen eine zentrale, vorwiegend arterielle und eine perphere, vorwiegend venöse Zone auf. Die Darstellung des Tumors beginnt gemäß seinem kapillären Gefäßcharakter schon früh in der arteriellen Phase, hält aber im Gegensatz zu allen anderen Tumoren sehr lange an, häufig sogar länger als die übrige Hirnzirkulation. Die Fortdauer der Tumoranfärbung, 8 - 9 Sekunden nach Beginn der Injektion, ist für die Meningeome pathognomonisch. Dank der homogen-diffusen Anfärbung ergibt das Phlebogramm Aufschluß über die Größe des Tumors. Die Meningeome zählen zu den Tumoren, die im Angiogramm am häufigsten hypervaskularisiert sind (Hatam, Kendall, Krayenbühl, Lee, Lima, Olivecrona, Peeters).

Die Artdiagnose der Meningeome der hinteren Schädelgrube anhand des Angiogramms ist oft schwierig, da die typischen Merkmale, die bei supratentoriellen Meningeomen auftreten, oft nicht nachweisbar sind. Meningeome zeigen eine homogene, gut abgegrenzte, zirkuläre Anfärbung in der arteriovenösen Übergangsphase. Eine ähnliche Gefäßanordnung kann jedoch auch in gewissen Fällen von Tumormetastasen vorkommen, aber die Kontrastmittelfüllung ist oft nicht so einheitlich und das gefäßreiche Gebiet nicht so regelmäßig. Eine angiographische Differenzierung zwischen Meningeomen und Astrozytomen ist gelegentlich schwierig oder sogar unmöglich. Ein angiographisches Unterscheidungsmerkmal gegenüber Neurinomen besteht darin, daß sich die pathologische Vaskularisation der Meningeome später füllt (Finkemeyer, Kendall, Nadjmi, Olivecrona).

Die Metastasen

Zwei Metastasen waren in der Kleinhirnhemisphäre, zwei in Kleinhirnhemisphäre und -wurm lokalisiert.

Die Ausdehnung war walnuß-, kastanien- bzw. pflaumengroß.

Im Nativscan zeigte sich in einem Fall Hyperdensität, in einem Fall Hypodensität, in einem Fall eine Ringform und in einem Fall inhomogene gemischte Dichtewerte. Nach Kontrastmittelgabe wies eine Metastase keine, eine geringe und eine deutliche Dichtezunahme auf. In einem Fall wurde kein Kontrastscan durchgeführt. Das umgebende Hirngewebe war von einem perifokalen Oedem erfaßt. Der Hydrocephalus war einmal leicht, zweimal mittelgradig und einmal stark ausgeprägt. Der vierte Ventrikel war zweimal nicht abgrenzbar, einmal erweitert und einmal komprimiert. Einmal waren die basalen Zisternen vollständig verstrichen.

Bei der hyperdensen Metastase mit deutlicher Dichteanhebung im Kontrastscan war auf Grund des histologischen Befundes als Primärtumor an ein kleinzelliges Bronchialkarzinom vom polygonalen Typ zu denken. Im zweiten Fall sah man einen ovalen hypodensen Herd mit leicht betontem Randsaum, der nach Kontrastmittelgabe geringfügig an Dichte zunahm. Die histologische Begutachtung ergab auch in diesem Fall, daß die Metastase von einem undifferenzierten kleinzelligen Tumor, in erster Linie einem kleinzelligen Bronchialkarzinom, ausging. Im dritten Fall zeigte sich eine relativ scharf begrenzte Hypodensität, die sich im Kontrastscan nicht sicher änderte. Als Primärtumor ist das klinisch bekannte Mammakarzinom anzunehmen. Im vierten Fall hatte ein malignes Neurinom des Cervikalmarkes die linke Kleinhirnhemisphäre invadiert und sich dort zu einer nahezu pflaumengroßen Metastase ausgewachsen. Die Invasion, ausgerechnet des Kleinhirns durch das maligne Neurinom könnte auch

dafür sprechen, daß der Kleinhirnbrückenwinkel, normalerweise Entstehungsort benigner Neurinome, in diesem Fall Ausgangspunkt eines malignen Neurinoms gewesen ist. Der zervikal lokalisierte Tumor wäre dann am ehesten als Abtropfmetastase zu verstehen.

Im ersten und zweiten Fall wurde eine retrograde Brachialis-angiographie durchgeführt. In beiden Fällen zeigte sich eine zarte pathologische Vaskularisation. Sie trat in der kapillären und früh-venösen Phase auf. Die A. basilaris war in beiden Fällen seiten-verlagert, einmal wies sie außerdem einen relativ clivusnahen Ver-lauf auf. Die A. cerebelli inferior posterior war, besonders in ihrem medullären Segment, einmal kaudal- und ventralwärts, einmal medial-wärts verlagert. Im einen Fall war der Wurmast geringfügig seiten-verlagert, im anderen Fall waren die Hemisphärenäste basalwärts verlagert und gespannt und die A. cerebelli superior angehoben.

Metastasen der hinteren Schädelgrube liegen häufig in den Klein-hirnhemisphären (Wilson).

Hinweise auf Metastasen geben in der CT-Diagnostik folgende Be-funde:

1) Im Nativscan stellt sich ein deutlich umschriebener raum-fordernder Prozeß mit erniedrigter, gleicher oder erhöhter Dichte dar. Metastasen erniedrigter Dichte überwiegen. Hohe Dichte bedeutet wahrscheinlich, daß die Zellstruktur dichter ist und manchmal, daß hämorrhagische Extravasa-tion vorliegt, während niedrige Dichte offensichtlich durch hohen Liquorgehalt innerhalb des Tumors zustande kommt. Metastasen können auch zentrale Nekrose und Ringform auf-weisen. Außerdem gibt es Knoten, gemischte Formen und Metastasen, die nur durch das perifokale Oedem sichtbar wer-den.

2) Nach Verabreichung von Kontrastmittel stellt sich ein rundlicher, umschriebener Bezirk dar, der häufig Kontrastverstärkung aufweist, da Metastasen oft stark vaskularisiert sind. Die Dichteanhebung ist manchmal homogen, manchmal ist sie inhomogen und weist Ringform auf.

3) Häufig sind Metastasen von einem ausgedehnten perifokalen Oedem umgeben, das sich als Areal verminderter Dichte darstellt. In einigen wenigen Fällen kann das perifokale Oedem jedoch auch nur schwach ausgeprägt sein oder fehlen. Manchmal kann das perifokale Oedem auch die wahre Tumorausdehnung maskieren.

4) Ein wichtiges differentialdiagnostisches Kriterium ist ein aus der Vorgeschichte bekannter Primärtumor.

5) Auch das Fortschreiten der neurologischen Symptomatik kann auf einen metastatischen Prozeß hinweisen.

6) Ein weiteres Kriterium ist das Vorliegen multipler Herde. Dabei ist allerdings zu beachten, daß auch hirneigene Tumoren und Meningeome gelegentlich multilokulär wachsen.

(Ambrose, Baker, Butler, Constant, Davis, Elke, Farnarier, Greitz, Huckmann, Kazner, Kendall, Kramer, Lange, New, Paxton, Steinhoff, Stochdorph, Syvertsen, Wende, Wilson).

Metastasen zeigen kein für die einzelnen Primärtumoren charakteristisches Absorptionsmuster. So können Metastasen desselben Primärtumors hypo-, iso- und hyperdens sein. Jedoch überwiegt Hyperdensität bei Metastasen von Melanom, Chorionkarzinom und Kolonkarzinom, Hypodensität bei Metastasen des Karzinoms der Lunge, der Brust, der Niere, des Lymphoms und Sarkoms (Deck, Elke, New).

Meist ist die CT der Angiographie bei der Diagnose von Metastasen deutlich überlegen, so kann z.B. das multiple Vorkommen leichter mit der CT als mit der Angiographie festgestellt werden. Jedoch stellen sich die Metastasen in der CT nicht einheitlich dar und weisen keine spezifischen Merkmale auf, so daß ihre Diagnose auch mit der CT schwierig sein kann (Kazner, New, Paxton).

Differentialdiagnostische Überlegungen basieren hauptsächlich auf der Vorgeschichte oder auf der Tatsache, daß multiple intrakranielle Läsionen vorliegen. So müssen beispielsweise Metastasen, die nach Kontrastmittelgabe dicht und homogen sind, gegen Neurinome in der hinteren Schädelgrube abgegrenzt werden (Constant, Kazner).

Im Angiogramm können sich die Metastasen unterschiedlich darstellen:

1) Man sieht Raumforderungen ohne Tumoranfärbung mit Verlagerung der Gefäße. Manchmal sind die Gefäße bogenförmig verlagert, was auf eine zystische Läsion hinweist.

2) Das typische Erscheinungsbild der Metastasen ist eine knotenförmige, homogene, gut abgegrenzte Tumoranfärbung, die in der arteriokapillären und kapillären Phase deutlich sichtbar ist. Die Tumoranfärbung kann fein- oder grobkörnig sein, gelegentlich kommt es zu einer Kapselbildung. Manchmal können größere zuführende Arterien nachgewiesen werden. Manche Metastasen zeichnen sich durch besonderen Gefäßreichtum aus. Für die Diagnose ist es besonders bedeutungsvoll, wenn multiple Tumoren erfaßt werden können. Aus dem angiographischen Bild können keine Rückschlüsse auf die Art des Primärtumors gezogen werden.

3) In manchen Fällen zeigt sich eine unregelmäßige, weniger deutlich abgegrenzte, fleckige Tumoranfärbung in der kapil-

lärvenösen Phase.

4) Manchmal stellt sich eine unregelmäßige Tumoranfärbung mit Gefäßneubildungen in der venösen Phase dar. (Krayenbühl, Olivecrona, Paillas, Takahashi).

Das angiographische Erscheinungsbild der Metastasen mit zirkulär verlaufenden Gefäßen, expansivem Wachstum und deutlicher Begrenzung ist dem der Meningeome sehr ähnlich (Olivecrona).

Die Epidermoide

Zwei Epidermoide waren im Kleinhirnbrückenwinkel lokalisiert, eines im Bereich des vierten Ventrikels.

Die Ausdehnung betrug 3 x 1,5 cm und mehr.

In allen drei Fällen stellte sich im Nativscan ein ausgedehnter hypodenser Bezirk dar, der in einem Fall leicht inhomogene Struktur aufwies und Dichtewerte unterhalb des Nullbereichs der Dichteskala zeigte. Im anderen Fall war der Tumor gut abgegrenzt und wies etwa Liquordichte auf. Im dritten Fall zeichnete sich ein relativ scharf begrenzter hypodenser Bezirk mit saumartiger Verkalkung ab. Zweimal wurde ein Kontrastscan angefertigt. In beiden Fällen erfolgte keine Dichteanhebung nach Kontrastmittelgabe.

Einmal lag kein Hydrocephalus vor, zweimal war er mittelgradig. Bei einem Epidermoid des Kleinhirnbrückenwinkels zeigte sich eine Schrägstellung des vierten Ventrikels. Das Epidermoid des vierten Ventrikels war schwierig von einem erweiterten vierten Ventrikel abzugrenzen. Die basalen Zisternen waren in diesem Fall verstrichen.

In allen drei Fällen wurde eine retrograde Brachialisangiographie durchgeführt. Eine pathologische Vaskularisation stellte sich nicht dar. Das eine Epidermoid im Kleinhirnbrückenwinkel zeigte auf der Tumorseite eine Streckung und Anhebung der A. cerebri posterior. Die A. cerebelli superior war auf dieser Seite nicht abgrenzbar. Beim anderen Epidermoid im Kleinhirnbrückenwinkel war die A. basilaris zur Gegenseite verlagert und vom Clivus abgetrennt, die A. cerebelli inferior anterior kaudalwärts verlagert, die A. cerebelli superior angehoben. Die A. cerebri posterior zeigte im proximalen Abschnitt einen gespannten Verlauf. Das Epidermoid des vierten Ventrikels wies einen kranialwärts konvexbogigen, gespannten bzw. angehobenen Verlauf der vertebrobasilären Übergangsstrecke sowie eine leichte Abflachung der kranialen Schleife der A. cerebelli inferior posterior und eine Dorsalverlagerung des choroidalen Punktes auf.

Epidermoide sind auf Grund ihrer Lage und ihrer Art gutartige Tumoren (Ambrose).

Die bevorzugte Lokalisation der Epidermoide in der hinteren Schädelgrube ist der Kleinhirnbrückenwinkel und der vierte Ventrikel (Klausberger, Long, Nadjmi).

Im Nativscan zeigen Epidermoide stark erniedrigte Dichtewerte. Diese sind auf den Cholesterin- und Fettsäurengehalt zurückzuführen, so daß Dichtewerte unterhalb des Nullbereichs der Dichteskala auftreten. Diese negativen Dichtewerte im CT sind für Epidermoide eigentlich pathognomonisch. Manchmal enthalten Epidermoide auch viel nicht lipoidhaltiges Material (Keratin) und die Dichtewerte liegen dann über Null, etwa im Bereich von Liquordichte. Meist sind sie homogen und relativ gut umschrieben. Manche Epidermoide zeigen in der Peripherie erhöhte Dichtewerte, die auf

Kapselverkalkung beruhen. Sie zeigen gewöhnlich keine Kontrastmittelaufnahme, was wahrscheinlich auf der relativen Avaskularität der Epidermoide beruht. Ihre Auswirkung auf das Ventrikelsystem ist gering. Die Diskrepanz zwischen der relativ großen Tumorausdehnung und den geringen neurologischen Ausfällen des Patienten ist ein weiteres Merkmal der Epidermoide (Ambrose, Braun, Davis, Kazner, Kendall, Nadjmi, Rousseau, Salvolini, Stochdorph).

Die CT ist für die Frühdiagnose von Epidermoiden von großer Bedeutung, da sich die Epidermoide deutlich und gewöhnlich ziemlich spezifisch darstellen und die klinischen Symptome auch bei großer Tumorausdehnung noch gering sind. Doch muß man differentialdiagnostisch auch Arachnoidalzysten in Erwägung ziehen. Diese stellen sich ebenfalls als ausgedehnte hypodense Bezirke dar und weisen auch keine Änderung der Dichtewerte im Kontrastscan auf Grund ihrer Avaskularität auf. Auch hier zeigen die Patienten nur geringe neurologische Symptome. Der einzige Unterschied, abgesehen von der meist stärker ausgeprägten Hypodensität der Epidermoide, ist der deutliche, abgerundete Rand der Arachnoidalzysten im Vergleich zu der unregelmäßigen Peripherie der Epidermoide, obwohl auch gut abgekapselte Epidermoide einen scharfen Rand aufweisen können. Da die Epidermoide meist im Kleinhirnbrückenwinkel sitzen, müssen Neurinome und Meningeome ausgeschlossen werden. Beide zeigen gewöhnlich höhere Absorptionswerte und Dichteanhebung nach Kontrastmittelgabe.
Auch ein zystisches Astrozytom oder ein zystisches Angioblastom kann einem Epidermoid im CT gleichen. Ein randständiger Tumorknoten, der eine Dichteanhebung im Kontrastscan zeigt, weist auf ein Angioblastom oder ein zystisches Astrozytom hin und schließt ein Epidermoid aus (Davis, Kendall).

Epidermoide sind charakteristischerweise angiographisch avas-

kulär und manifestieren sich im Angiogramm nur durch Gefäßverlagerungen. Das Ausmaß der Gefäßverlagerung ist variabel. Im Kleinhirnbrückenwinkel rufen Epidermoide oft erhebliche Gefäßverdrängungen hervor. Die Darstellung eines unerwartet großen extraaxial gelegenen Tumors im Angiogramm bei einem Patienten mit relativ wenigen klinischen Symptomen gibt Hinweise auf ein Epidermoid. Die Gefäßverlagerungen der meisten Epidermoide sind jedoch denen der anderen Tumoren ähnlich. Die Epidermoide zeigen keine pathologische Vaskularisation, keine Gefäßneubildungen und keine frühe Venendrainage. Man kann bei Epidermoiden im Angiogramm auch Verkalkungen finden, doch ist dies ungewöhnlich (Davis, Fawcitt, Kendall, Kieffer, Long, Nadjmi).

Eine Artdiagnose kann also nur auf Grund fehlender Tumoranfärbung in Erwägung gezogen werden. Differentialdiagnostisch ist bemerkenswert, daß tumorbegrenzende Kapselgefäße, die man gelegentlich bei Akustikusneurinomen sieht, nicht zur Darstellung kommen, ferner spricht die Gefäßarmut im Bereich der Raumforderung eher gegen das Vorliegen eines Meningeoms (Klausberger, Nadjmi).

Die Zysten

In unserem Material hatten wir nur einen Fall einer Zyste. Die Lokalisation war der Kleinhirnwurmbereich.

Im Nativscan stellte sich ein großer, runder, scharf begrenzter, hypodenser Bezirk von Liquordichte dar. Nach Kontrastmittelapplikation erfolgte geringfügige Dichtezunahme. Die Zyste verursachte einen stark ausgeprägten Hydrocephalus und eine Erweiterung und Ventralwärtsverlagerung des vierten Ventrikels. Im retrograden Brachialisangiogramm zeigte sich keine pathologische Vaskularisation. Die A. basilaris verlief clivusnah, die A. cerebelli inferior posterior war ab dem Segmentum medullare laterale und insbesondere auch im Bereich des Hemisphärenastes ange-

hoben und stark gespannt.

Zysten sind häufig im Bereich der basalen Zisternen oder zwischen den Kleinhirnhemisphären lokalisiert (Banna).

Im CT zeigen sie niedrige Absorptionswerte und sind gewöhnlich scharf begrenzt (Davis, New). Im Angiogramm stellen sie sich als avaskuläre Raumforderungen mit Gefäßdislokationen dar (Kendall, Krayenbühl, Olivecrona).

Zysten sind manchmal schwierig zu unterscheiden von zystischen Astorzytomen, Hämangioblastomen oder Epidermoiden. Obwohl die beiden ersten Tumorarten oft Kontrastverstärkung zeigen, und die dritte Tumorart negative Dichtewerte auf Grund des Fettgehalts annehmen kann, ist eine definitive Diagnose in manchen Fällen nicht allein auf Grund der CT möglich, jedoch ist sie in manchen Fällen auch angiographisch schwierig (Banna, Davis).

TABELLE 5

Dichte im Nativ- und Kontrastscan

Tumorart	Zahl der Fälle	Nativscan				Dichteanhebung im Kontrastscan		
		hypodens	isodens	hyperdens	gemischt	keine	geringe	deutliche
Akustikusneurinome	9 (in 2 Fällen kein Nativscan)	5	1		1		1	8
Ependymome	8 (in 2 Fällen kein Kontrastscan)	3		3	2	3	1	2
Angioblastome	10 (in einem Fall kein Kontrast-scan)	8	1		1	1	3 ringför-mig, kuge-lig, wand-ständig	5 ring- bzw. kommaförmig
Medulloblastome	2	1		1		1		1
Spongioblastome	3 (in einem Fall kein Kontrastscan	2			1	1		1 ringförmig
Astrozytome	2			1	1			2
Meningeome	2			2				2
Metastasen	4 (in einem Fall kein Kontrastscan)	2		1	1	1	1	1
Epidermoide	3 (in einem Fall kein Kontrastscan)	2			1	2		
Zysten	1	1					1	
insgesamt	44	24	2	8	8	9	7	22

TABELLE 6

Sekundäre Auswirkungen der Tumoren der hinteren Schädelgrube im CT

Tumorart	Zahl der Fälle	vierter Ventrikel			Hydrocephalus			
		verlagert	erweitert	komprimiert	nicht vorhanden	leicht	mittelgradig	stark
Akustikusneurinome	9	4	2		4	1	4	
Ependymome	8	1	1	1	1		5	2
Angioblastome	10	3	3	2	2	1	4	3
Medulloblastome	2		1		1	1		
Spongioblastome	3	1	1		1		2	
Astrozytome	2	1	1				1	1
Meningeome	2	1			1		1	
Metastasen	4		1	1		1	2	1
Epidermoide	3	2			1		2	
Zysten	1	1						1
insgesamt	44	14	10	4	11	4	21	8
	100 %	31,8 %	22,7 %	9,1 %	25 %	9,1 %	47,7 %	18,2 %

75 %

TABELLE 7

Absorption im Nativ- und Kontrastscan

Absorption im Nativscan

Strahlenabsorption im Tumorgewebe	Patienten	%
erhöht	8	19,1
vermindert	24	57
isodens	2	4,8
gemischt	8	19,1
insgesamt	42	100

In 2 Fällen liegt kein Nativscan vor.

Absorption im Kontrastscan

Dichteanhebung im Kontrastscan	Patienten	%
keine	9	23,7
geringe	7	18,4
deutliche	22	57,9
insgesamt	38	100

In 6 Fällen liegt kein Kontrastscan vor.

TABELLE 8

Tumorart und pathologische Vaskularisation

Tumorart	Zahl der angiographierten Patienten	pathologische Vaskularisation	
		vorhanden	fehlt
Akustikusneurinome	5	3	2
Ependymome	8	3	5
Angioblastome	9	8	1
Medulloblastome	1		1
Spongioblastome	0		
Astrozytome	0		
Meningeome	1	1	
Metastasen	2	2	
Epidermoide	3		3
Zysten	1		1
insgesamt	30	17	13
	100 %	56,6 %	43,4 %

TABELLE 9

Überblick über die Möglichkeit einer Artdiagnose auf Grund von CT, Angiographie und makroskopischem Aspekt bei den 44 histologisch verifizierten Tumoren der hinteren Schädelgrube

Tumorart	Zahl der Fälle		Zahl der Fälle, in denen eine Artdiagnose möglich war anhand von:		
	computer-tomographiert	angio-graphiert	CT	Angiographie	makroskop. Aspekt
Akustikusneurinome	9	5	7 (77,9%)	3 (60 %)	7 (77,9 %)
Ependymome	8	8	0	0	0
Angioblastome	10	9	6 (60 %)	7 (77,9%)	9 (90 %)
Medulloblastome	2	1	0	0	1 (50 %)
Spongioblastome	3	0	1 (33,3 %)		0
Astrozytome	2	0	1 (50 %)		0
Meningeome	2	1	2 (100%)	0	0
Metastasen	4	2	0	0	0
Epidermoide	3	3	2 (66,7%)	0	3 (100 %)
Zysten	1	1	1 (100 %)	0	1 (100 %)
insgesamt	44	30	20	10	21
% bezogen auf die Gesamtzahl d. Patienten (44)	100 %	68,2 %	45,5 %	22,8 %	47,8 %
% bezogen auf die computertomograph. untersuchten Patienten			45,5 %		
% bezogen auf die angiographisch untersuchten Patienten				33,3 %	

V. DISKUSSION

In unserem Material von 44 histologisch verifizierten Tumoren der hinteren Schädelgrube war eine exakte Tumorlokalisation mittels CT in allen Fällen, angiographisch in 73,4 % der Fälle möglich. In der CT erfolgte die Lokalisationsdiagnose anhand der Beziehungen der Raumforderung zu den einzelnen Strukturen der hinteren Schädelgrube, im Angiogramm ließen sich bestimmte Kriterien der Gefäßdislokationen für die einzelnen Lokalisationen innerhalb der hinteren Schädelgrube aufstellen.

Im Untersuchungsmaterial von Th. P. Naidich war die Tumorlokalisierung mit der Computertomographie in etwa 15 % der Fälle ungenau. Auf jeden Fall jedoch war sie der Lokalisationsdiagnostik mittels Angiographie überlegen.

Bei der Bestimmung der Tumorausdehnung war die CT der Angiographie deutlich überlegen, da sowohl das Ausmaß der pathologischen Vaskularisation als auch das Ausmaß der Gefäßdislokationen nicht immer ein exaktes Maß für die Tumorgröße darstellen.

Die einzelnen Tumorgruppen wiesen bestimmte Merkmale hinsichtlich der Altersverteilung, der Lokalisation, der Dichtewerte im Nativscan und der Kontrastmittelaufnahme auf. Doch war das Bild der einzelnen Tumorgruppen im CT gewöhnlich nicht einheitlich, und die artdiagnostischen Merkmale waren gewöhnlich unspezifisch, so daß es zu Überschneidungen in der CT-Darstellung der verschiedenen Tumorarten kam, nicht nur im Hinblick auf einzelne Fälle, sondern auch im Hinblick auf allgemeine Merkmale. Dadurch war in manchen Fällen die Artdiagnose schwierig bzw. unmöglich. Auch im Angiogramm zeigten sich bestimmte artdiagnostische Kriterien hinsichtlich der pathologischen Vaskularisation oder auch der Avas-

kularität der Läsion, während die Gefäßdislokationen gewöhnlich nicht artdiagnostisch, sondern nur lokalisationsdiagnostisch verwertet werden konnten. Eine pathologische Vaskularisation zeigten 56,6 % der Tumoren der hinteren Schädelgrube in unserem Material.

Die Akustikusneurinome sind durch ihre Lokalisation im Kleinhirnbrückenwinkel und ihre kräftige Kontrastmittelanreicherung bei meist geringer Röntgendichte im Nativscan nachweisbar. Der vierte Ventrikel ist oft zur Gegenseite verlagert. Die Tumoranfärbung im Angiogramm ist häufig fleckig, miliar. Sie kann aus retikulär angeordneten oder ein Gefäßknäuel bildenden Gefäßen bestehen. Jedoch können Akustikusneurinome im CT manchmal auch iso- oder leicht hyperdens sein und nur geringe Dichteanhebung im Kontrastscan zeigen. Angiographisch können hypervaskuläre Akustikusneurinome nicht zuverlässig von Meningeomen, avaskuläre nicht von Epidermoiden unterschieden werden.

Die Ependymome sind im Nativscan oft leicht hyperdens und weisen häufig Dichtezunahme nach Kontrastmittelgabe auf. Doch können die Befunde im Nativscan sehr unterschiedlich sein. Die Veränderungen im Angiogramm sind unspezifisch, oft liegt keine pathologische Vaskularisation vor. Differenzialdiagnostisch schwierig ist die Unterscheidung von Medulloblastomen und Ependymomen, da beide Tumoren im Nativscan bereits erhöhte Dichtewerte aufweisen können und praktisch im gleichen Ausmaß Kontrastmittel aufnehmen.

Die Angioblastome sind gewöhnlich in den Kleinhirnhemisphären lokalisiert. Im Nativscan stellen sie sich als gut abgegrenzte, hypodense zystische Bezirke dar. Im Kontrastscan zeigen sie gewöhnlich deutliche Dichtezunahme eines randständigen Knotens. Im Angiogramm zeigt sich meist eine pathologische Vaskularisation in Form

einer Anfärbung eines randständigen Tumorknotens, während die zystische Komponente an Hand von Gefäßverlagerungen oder exakter mittels CT erkannt werden kann. In der CT stellt sich in manchen Fällen nur der zystische Anteil dar. In diesen Fällen kann mit der Angiographie häufig der solide und oft kleine gefäßreiche Tumoranteil dargestellt werden. Andererseits kann mit der Angiographie nicht immer das Ausmaß der Zyste erfaßt werden.

Die Medulloblastome, die besonders im Kindesalter vorkommen, zeigen im Nativscan gewöhnlich leicht erhöhte Dichte und deutliche, homogene Dichtezunahme nach Kontrastmittelgabe. Jedoch können sie im Nativscan auch hypo- oder isodens sein oder gemischte Dichtewerte aufweisen. Im Angiogramm zeigen die Medulloblastome selten pathologische Gefäße. Durch Angiographie allein ist eine Unterscheidung zwischen Medulloblastomen und Ependymomen nicht möglich.

Die Spongioblastome kommen besonders im Kindes- und Jugendalter vor und stellen sich im Nativscan häufig als relativ scharf abgegrenzte Zonen verminderter Dichte dar. Durch Kontrastmittelgabe nehmen die soliden Tumoranteile gewöhnlich deutlich an Dichte zu. Es können auch Verkalkungen auftreten.

Die Astrozytome stellen sich im Nativscan häufig als ausgedehnte Areale verminderter Dichte dar, manchmal sind isodense Bezirke darin enthalten. Manchmal können sie im Nativscan auch erhöhte Dichtewerte zeigen und Verkalkungen aufweisen. Der solide Tumoranteil erfährt nicht selten nach Kontrastmittelgabe eine Dichtezunahme.

Die Meningeome sind im Nativscan überwiegend leicht hyperdens. Verkalkungen sind häufig. Gewöhnlich zeigen die Meningeome

deutliche, homogene Kontrastmittelaufnahme. Sie können jedoch auch gelegentlich isodens, hin und wieder auch zystisch sein und sogar Ringbildungen aufweisen. In einigen wenigen Fällen ist die Kontrastmittelaufnahme inhomogen oder nur gering bzw. fehlend. Die Artdiagnose der Meningeome der hinteren Schädelgrube an Hand des Angiogramms ist oft schwierig, da die typischen Merkmale, die bei supratentoriellen Meningeomen auftreten, oft nicht nachweisbar sind.

Die Metastasen können im Nativscan erniedrigte, gleiche oder erhöhte Dichte aufweisen. Metastasen erniedrigter Dichte überwiegen. Sie zeigen häufig Kontrastverstärkung nach Kontrastmittelgabe. Weitere Hinweise sind ein ausgedehntes perifokales Oedem, das Vorliegen multipler Herde sowie ein aus der Vorgeschichte bekannter Primärtumor. Im Angiogramm zeigen die Metastasen gerne eine knotenförmige, homogene Tumoranfärbung. Meist ist die CT der Angiographie bei der Diagnose von Metastasen deutlich überlegen, so kann z.B. das multiple Vorkommen leichter mit der CT als mit der Angiographie festgestellt werden.

Die Epidermoide der hinteren Schädelgrube sind bevorzugt im Bereich des Kleinhirnbrückenwinkels und des vierten Ventrikels lokalisiert. Im Nativscan zeigen sie gewöhnlich stark erniedrigte bzw. negative Dichtewerte, im Kontrastscan keine Dichteanhebung. Manchmal treten in der Peripherie erhöhte Dichtewerte auf, die auf Kapselverkalkungen beruhen. Epidermoide sind charakteristischerweise angiographisch avaskulär und manifestieren sich im Angiogramm nur durch Gefäßverlagerungen. Eine Artdiagnose mittels Angiographie kann also nur auf Grund fehlender Tumoranfärbung in Erwägung gezogen werden.

Zysten zeigen im CT gewöhnlich erniedrigte Dichtewerte und sind

scharf abgegrenzt. Angiographisch stellen sie sich als avaskuläre Raumforderungen dar. Manchmal ist eine Unterscheidung von zystischen Astrozytomen, Angioblastomen oder Epidermoiden schwierig.

Die Tumorart konnte bei uns mittels CT in 45,5 %, mittels Angiographie in 33,3 % der Fälle exakt diagnostiziert werden. Computertomographisch war eine Artdiagnose möglich bei Akustikusneurinomen (in 77,9 %), Angioblastomen (in 60 %), Spongioblastomen (in 33,3 %), Astrozytomen (in 50 %), Meningeomen (in 100 %), Epidermoide (in 66,7 %) und Zysten(in 100 %), dagegen nicht bei Ependymomen, Medulloblastomen oder Metastasen. Dies mag z.T. an der geringen Fallzahl innerhalb einer Tumorart liegen, z.T. kann es darauf beruhen, daß diese Untersuchungen teilweise noch im Anfangsstadium der Computertomographie durchgeführt wurden. Beispielsweise wurde von uns ein Epidermoid des vierten Ventrikels mit erheblicher Hypodensität nicht als solches erkannt, was heute sicher nicht mehr der Fall wäre.

Anhand des Angiogramms war in unserem Material nur bei Angioblastomen und Akustikusneurinomen eine Artdiagnose möglich. Die Akustikusneurinome konnten mittels retrograder Brachialisangiographie zu 60 % korrekt diagnostiziert werden. Bei Angioblastomen war die Angiographie der Computertomographie hinsichtlich der Möglichkeit, die Tumorart festzustellen, überlegen. Eine korrekte Diagnose von Lindautumoren war in diesem Material angiographisch in 77,9 %, computertomographisch in 60 % der Fälle möglich. Die Lindautumoren sind angiographisch besonders gut darstellbar. Eine Artdiagnose ist gewöhnlich in jedem Fall möglich, wenn Kontrastbilder beider Vertebralarterien vorliegen (Nadjmi). Über die in der Literatur häufig erwähnte Artdiagnose mittels Angiographie bei Meningeomen können wir keine Aussage machen, da nur ein angiographisch untersuchter Fall aus dieser Tumorgruppe vorliegt.

Die Angaben in der Literatur über die Möglichkeit einer exakten Tumorartdiagnose mittels CT lagen zwischen 52 % und 86 % je nach Untersucher (Büll, Collard, Naidich, Niendorf, Steinhoff) und je nach Tumorart, während eine Artdiagnose mittels Angiographie nur in einem wesentlich geringeren Prozentsatz möglich war.

Eine Artdiagnose aufgrund des makroskopischen Aspektes war bei uns in 47,8 % der Fälle möglich, so daß hierin eine deutliche Übereinstimmung mit der CT vorliegt.

Mit zunehmender Verbesserung der Technik und mit zunehmender Erfahrung wird eine exakte Tumorartdiagnose mittels CT immer häufiger möglich sein, jedoch wird auch die angiographische Diagnostik ihre Bedeutung nicht verlieren.

Die CT ist die Methode der Wahl für die Feststellung der Lokalisation und der Ausdehnung von Tumoren der hinteren Schädelgrube. Vielfach liefert bereits das Erscheinungsbild der einzelnen Hirntumorarten im Nativscan eine Reihe wichtiger Hinweise, die differentialdiagnostisch verwertet werden können. In die differentialdiagnostischen Überlegungen müssen selbstverständlich auch die klinischen Daten und die Geschwulstlokalisation mit einbezogen werden. Das unterschiedliche Ausmaß der Dichteanhebung nach Kontrastmittelapplikation und die sich dabei abzeichnenden Strukturunterschiede ergeben weitere wichtige differentialdiagnostische Hinweise. Da sich jedoch Tumoren verschiedener Art identisch oder ähnlich im CT darstellen können, ist eine Tumorartdiagnose mittels CT in manchen Fällen nicht möglich. Die Angiographie hat bei der Diagnose von Tumoren der hinteren Schädelgrube ihre Bedeutung nicht verloren, sondern ihre Indikation kann jetzt klarer abgeschätzt werden (Kazner, Staelens, Steinhoff, Wende, Wilson).

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von 44 histologisch verifizierten Fällen von Tumoren der hinteren Schädelgrube wurden die computertomographischen und die angiographischen Kriterien der Lokalisations- und der Artdiagnose aufgestellt.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

AMBROSE, J :
Computerized X-Ray Scanning of the Brain.
J. Neurosurg 40 (1974) 679-695

AMBROSE, J.:
Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 2. Clinical application. British Journal of Radiology 46 (1973) 1023-1047

ARENDT, A :
Ependymomas. In: Handbook of clinical neurology 18. North-Holland Publishing Company, Amsterdam (1975) 105-150

AULICH, A., WENDE, S., MEESE, W., MEINIG, G., REULEN, H.J :
Follow-up Studies in Cerebral Tumors using CT. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 135-142

BAKER, H.L.:
The Impact of Computed Tomography on Neuroradiologic Practice. Radiology 116 (1975) 637-640

BAKER, H.L.:
Computed Tomography and Neuroradiology: A Fortunate Primary Union. Am J Roentgenol. 127 (1976) 101-110

BAKER, H.L., CAMPBELL, J.K., HOUSER, O.W., REESE, D.F :
Early Experience with the EMI Scanner for Study of the Brain.
Radiology 116 (1975) 327-333

BAKER, H.L., CAMPBELL, J.K., HOUSER, O.W., REESE, D.F., SHEEDY, P.F., HOLMAN, C.B.:
Computer Assisted Tomography of the Head - An Early Evaluation. Mayo Clinic Proceedings 49 (1974) 17-27

BAKER, H.L., HOUSER, O.W.: Computed Tomography in the Diagnosis of Posterior Fossa Lesions.
Radiologic Clinics of North America 14 (1976) 129-147

BANK, B.O., DRAYER, B.P., WILLIAMS, A.L., BLACK, F.O., ROSENBAUM, A.E.:
Computed Tomographic Cisternography: Reduction of Diagnostic Limitations in Computed Tomography Through Intrathecal Enhancement. In: J. Bories: The Diagnostic Limitations of Computerised Axial Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 156-161

BANNA, M.:
Arachnoid Cysts on Computed Tomography. Am J Roentgenol 127 (1976) 979-982

BANZHAF, E., BESEL, R., MOHR, K., RITTER, H., SCHIFFMANN, R.:
Über die Häufigkeit von Kontrastmittelreaktionen nach zerebraler Angiographie. Radiologica diagnostica 18 (1977) 501-508

BANZHAF, E., EGER, H., USBECK, W., RITTER, H., SCHUMANN, E., LAMMEL, H.:
Zur Aussagekraft der Vertebralisangiographie bei gutartigen Tumoren der hinteren Schädelgrube. Radiologica diagnostica 18 (1977) 73-76

BECKER, H., GRAU, H., HACKER, H.:
Endokranielle Verkalkungen in der Computer-Tomographie - Ein Vergleich zum Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr 126,6 (1977) 509-512

BECKER, H., SCHÄFER, M. KLÖS, G.:
Localisation of Recurrent Brain Tumors by means of CT. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 143-150

BERGER, P.E., KIRKS, D.R., GILDAY, D L., FITZ, Ch.R., HARWOOD-NASH, D.C.:
Computed Tomography in Infants and Children: Intracranial Neoplasms. Am J Roentgenol 127 (1976) 129-137

BERGSTRÖM, M., SUNDMAN, R.:
Picture Processing in Computed Tomography. Am J Roentgenol 127 (1976) 17-21

BERGVALL, U.:
Temporal Course of Contrast Medium Enhancement in Differential Diagnosis of Intracranial Lesions with Computer Tomography. In: G Salomon: Advances in Cerebral Angiography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1975) 346-348

BITTIGHOFFER, B.:
Meningiomas en Plaque. In: H. Baert, L. Jeanmart, A. Wackenheim: Clinical Computer Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 142-146

BOLTSHAUSER, E., HAMALATHA, H., GRANT, D.N., TILL, K.:
Impact of computerised axial tomography on the management of posterior fossa tumours in childhood. J of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 40 (1977) 209-213

BRADAC, G.B., MARTINS, L.F.:
Remarks about Angiographic Findings in Cases of Pontine Tumor. Neuroradiology 7 (1974) 105-108

BRAUN, I.F., NAIDICH, T.P., LEEDS, N.E., KOSLOW, M., ZIMMERMANN, H.M., CHASE, N.E.:
Dense Intracranial Epidermoid Tumors. Radiology 122 (1977) 717-719

BRAUN, J.P., TOURNADE, A., WACKENHEIM, A.:
The Importance of Normal Venous Landmarks in the Topography of the Mesencephalon, Pons and Cerebellum. Neuroradiology 10 (1975) 43-46

BÜLL, U., NIENDORF, H.P., STEINHOFF, H., KAZNER, E.:
Validity of Serial Scintigraphy with 99^{m} Tc-Pertechnetate in Comparison with Computerized Tomography in Brain Tumors. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography.Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 177-182

BULL, J.W.D.:
Advenir de la tomographie axiale avec ordinateur. The future of computerised axial tomography. J Neuroradiology 3 (1976) 335-338

BULL, J.W.D., HUNGERFORD, G.D., GAWLER, J.:
Computer Assisted Tomography and Angiography in the Diagnosis of Cerebral Tumours - The Changing Role of Angiography. In: G. Salomon: Advances in Cerebral Angiography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1975) 342-345

BULL, J., KOZLOWSKI, P.:
The Angiographic Pattern of the Petrosal Veins in the Normal and Pathological. Neuroradiology 1 (1970) 20-26

BUTLER, A.R., KRICHEFF, I.I.:
Non-Contrast CT Scanning:
Limited Value in Suspected Brain Tumor.
Radiology 126 (1978) 689-693

CAILLÉ, J.M.:
Acta Scanner et neuroradiologie. Acta Scanner and neuroradiology. J Neuroradiology 3 (1976) 331-334

CAILLÉ, J.M., COHADON, F., CONSTANT, P., CAMPAGNE, J.P.:
C.A.T. Under Stereotaxic Conditions. In: G.H. du Boulay, J.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 43-45

CAILLÉ, J.M., CONSTANT, P.:
Pathologie tumorale. Tumoral pathology.
J Neuroradiology 3 (1976) 374-375

CAILLÉ, J.M., CONSTANT, P., DOP, A., RENAUD-SALIS, J.L.:
The Limitations of Computerised Tomography in the Study of Tumours of the Skull Base and Face. In: J. Bories: The Diagnostic Limitations of Computerised Axial Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 68-76

CAILLÉ, J.M., DOP, A., CONSTANT, P., RENAUD-SALIS, J.L.:
C.A T. STUDIES of Tumours of the Skull Base and Face. In: G.H. du Boulay, J.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 139-146

CAILLÉ, J.M., PITON, J., BOUSSENS, J.:
Anatomic-Radiologic Study of the Cerebello-Labyrinthine Arterial System Normal Aspect Connections with Internal Auditory Canal. In: G. Salomon: Advances in cerebral Angiography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1975) 62-68

CLAR, H.E., BOCK, W.J., GROTE, W., LÖHR, E.:
Vergleichende Untersuchungen in Encephalo-Tomogram und Computer-Tomogramm bei raumfordernden Prozessen der Mittellinie und des Kleinhirnbrückenwinkels.
Radiologe 18 (1978) 92-96

COLLARD, M.:
C.A.T of Brain and Body in a General Hospital. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 58-61

COLLARD, M., DUPONT, H.:
Critical Study of the Errors in Brain Tomodensitometry. In: J. Bories: The Diagnostic Limitations of Computerised Axial Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 178-189

CONSTANT, P., RENOU, A.M., CAILLÉ, A.M., DOP, A.:
Cerebral Metastasis - A Study of Computerized Tomography. Pergamon Press 1 (1977) 87-94

DAVIS, D.O., PRESSMAN, B.D.:
Computerized Tomography of the Brain. Radiologic Clinics of North America 12 (1974) 297-313

DAVIS, K.R., PARKER, St.W., NEW, P.F.J., ROBERSON, G.H., TAVERAS, J.M., OJEMANN, R.J., WEISS, A.D.:
Computed Tomography of Acoustic Neuroma. Radiology 124 (1977) 81-86

DAVIS, K.R., ROBERSON, G.H., TAVERAS, J.M., NEW, P.F., TREVOR, R.:
Diagnosis of Epidermoid Tumor by Computed Tomography. Radiology 119 (1976) 347-353

DAVIS, K., R., TAVERAS, J.M., ROBERSON, G.H., ACKERMAN, R.H.:
Some Limitations of Computed Tomography in the Diagnosis of Neurological Diseases. Am J Roentgenol 127 (1976) 111-123

DECHAUME, J.P., BOCHU, M., MICHEL, D., JOYEUX, O., BRET, Ph., BARBEAU, P.:
Pathological Tumour Circulation - A Study of 50 Cases by Retrograde Brachial Vertebral Angiography. Neuroradiology 1 (1970) 151-154

DECK, M.D.F., MESSINA, A.V., SACKETT, J.F.:
Computed Tomography in Metastatic Disease of the Brain. Radiology 119 (1976) 115-120

DEMPSEY, P.J., GOREE, J.A., JIMENEZ, J.P., McCORD, G.M.:
The Effect of Contrast Media on Patient Motion During Cerebral Angiography. Radiology 115 (1975) 207-209

DOSCH, J.C.:
Area of Maximal Density in Extracerebral Tumors. In: H. Baert, L. Jeanmart, A. Wackenheim: Clinical Computer Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 59-64

DOSCH, J.C.:
Cerebral Metastases. In: H. Baert, L. Jeanmart, A. Wackenheim: Clinical Computer Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 128-130

DUBOIS, Ph. J., DRAYER, B.P., BANK, W.O., DEEB, Z.L., ROSENBAUM, A.E.:
An Evaluation of Current Diagnostic Radiologic Modalities in the Investigation of Acoustic Neurilemmomas. Radiology 126 (1978) 173-179

DUBOIS, Ph. J., DRAYER, B.P., BOEHNKE, M., ROSENBAUM, A.E.:
Computed Cranial Tomography in the Investigation of Acoustic Neurilemmomas. Aust. Radiol. 20 (1976) 108-117

EDITORIAL:
Computer-assisted Tomography of the Brain. The Lancet 2 (1974) 1052-1054

ELKE, M., HÜNIG, R., WIGGLI, U., FRIDRICH, R., MÜLLER, H.R., WÜTHRICH, R.:
The Diagnosis of Intracranial Metastases: The Efficiency of CT and Scintigraphy in Patients Investigated by both Methods. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 171-176

FARNARIER, P., RAYBAUD, C., PALMIERI, P., MICHOTEY, P.:
Etude topographique des tumeurs cérébrales par tomographie axiale avec ordinateur - A topographique study of CT Scan of brain tumours. J Neuroradiology 3 (1976) 221-244

FAWCITT, R.A , ISHERWOOD, I.:
Intracranial Epidermoid and Dermoid Tumours. In: G.H. du Boulay, J.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 94-101

FAWCITT, R.A., ISHERWOOD, I.:
Radiodiagnosis of Intracranial Pearly Tumours with Particular Reference to the Value of Computer Tomography. Neuroradiology 11 (1976) 235-242

FEILD, J.R :
Angiography. In: Handbook of clinical Neurology 16. North-Holland Publishing Company Amsterdam (1974) 622-660

FINKEMEYER, H., PFINGST, E., ZÜLCH, K.J.:
The astrocytomas of the cerebral hemispheres. In: Handbook of clinical Neurology 18. North-Holland Publishing Company Amsterdam (1975) 1-47

GADO, M.H., PHELPS, M.E., COLEMAN, R.E.:
An Extravascular Component of Contrast Enhancement in Cranial Computed Tomography. Part I: The Tissue-Blood Ratio of Contrast Enhancement. Radiology 117 (1975) 589-593

GADO, M.H., PHELPS, M.E., COLEMAN, R.E.:
An Extravascular Component of Contrast Enhancement in Cranial Computed Tomography. Part II: Contrast Enhancement and the Blood-Tissue Barrier. Radiology 117 (1975) 595-597

GADO, M., PHELPS, M.:
The Peripheral Zone of Increased Density in Cranial Computed Tomography. Radiology 117 (1975) 71-74

GAWLER, J., BULL, J.W.D., Du BOULAY, G.H., MARSHALL, J.:
Computer - assisted Tomography (EMI - Scanner). Its Pflace in Investigation of suspected intracranial Tumours. The Lancet (1974) 419-423

GAWLER, J., BULL, J.W.D., Du BOULAY, G.H., MARSHALL, J.:
Computerized axial tomography: the normal EMI scan. J of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 38 (1975) 935-947

GEORGE, A.E.:
A Systematic Approach to the Interpretation of Posterior Fossa Angiography. Radiologic Clinics of North America 12 (1974) 371-400

GERALD, B., WOLPERT, S.M., HAIMOVICI, H.:
Angiographic Anatomy of the Anterior Inferior Cerebellar Artery. American J of Roentgenology 118 (1973) 617-621

GILDERSLEEVE, N., KOO, A.H., McDONALD, C.J.:
Metastatic Tumor Presenting as Intracerebral Hemorrhage. Radiology 124 (1977) 109-112

GREITZ, T.:
Computer Tomography for Diagnosis of Intracranial Tumours Compared with other Neuroradiologic Procedures. Acta Radiol. 346 (1975) 14-20

GREITZ, T.:
Trends in the Development of Reconstruction Tomography in Neuroradiology. Am J Roentgenol 127 (1976) 125-127

GREITZ, T., MÖLLER, A., OLIVECRONA, H., BERGSTRÖM, M.:
Diagnostic Efficacy and Limitations of Computer Tomography in Posterior Fossa Lesions. Meeting of the European Society of Neuroradiology in Dijon (1976)

GREPE, A., GREITZ, T.:
C.A.T. Investigation of the Subarachnoid Space. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 24-28

GRUMME, Th., MEESE, W., LANGE, S.:
Die axiale Computer-Tomographie des Schädels (CT-SCAN) in der Neuropädiatrie. Monatsschrift für Kinderheilkunde 124 (1976) 751-762

GYLDENSTED, G., LESTER, J., THOMSEN, J.:
Computer Tomography in the Diagnosis of Cerebello-pontine Angle Tumours. Neuroradiology 11 (1976) 191-198

HACKER, H., STEUDEL, W., BECKER, H.:
Control Studies in Brain Tumors and Early Detection of Tumors Using CT. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 133-134

HARWOOD-NASH, D.C.:
Computed Cranial Tomography in Children with Intracranial Neoplasms. In: G. Salomon: Advances in cerebral Angiography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1975) 349-352

HATAM, A., BERGVALL, U., LEWANDER, R., LARSSON, S., LIND, M.:
Contrast Medium Enhancement with Time in Computer Tomography. Acta Radiol. 346 (1975) 63-81

HINDMARSH, T.:
Elimination of Water-Soluble Contrast Media from the Subarachnoid Space - Investigation with computer tomography. Acta Radiol 346 (1975) 45-50

HOUNSFIELD, G.N.:
Computerized transverse axial scanning (tomography): Part I. Description of system. British J of Radiology 46 (1973) 1016-1022

HUANG, Y.P., WOLF, B.S.:
Differential Diagnosis of Fourth Ventricle Tumors from Brain Stem Tumors in Angiography. Neuroradiology 1 (1970) 4 - 19

HUCKMAN, M.S.:
Computerized Tomography in Relation to the Diagnosis of Gliomas. Vortrag a.d. Int. -Symposium: Computed Cranial Tomography, Hamilton, Bermuda, 9.-14. März 1975

HUCKMAN, M.S.:
Clinical Experience with the Intravenous Infusion of Jodinated Contrast Material as an Adjunct to Computed Tomography. Surgical Neurology 4 (1975) 297-318

ISHERWOOD, I., PULLAN, B.R., RUTHERFORD, R.A., ADAMS, P.H.:
Bone Mineral Estimation Employing Computer Assisted Transverse Axial Tomography - A Preliminary Study. In: G.H. du Boulay, J.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 291-300

ISHERWOOD, I., RUTHERFORD, R.A., STRANG, F.A.:
Electron Density and Atomic Number Determination - Methods, Limitations and a Study of Colloid C ysts. In: G.H. du Boulay, J.F Mosely: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 280-290

JACOBSEN, H.H., KRAGSHOLM, M., HOLM, C.:
The Economy of the EMI-Scanner.
Neuroradiology 11 (1976) 183-184

KAZNER, E., AULICH, A., GRUMME, T.:
Results of Computerized Axial Tomography with Infratentorial Tumors. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 90-103

KAZNER, E., LANKSCH, W., STEINHOFF, H., WILSKE, J.:
Die axiale Computer-Tomographie des Gehirnschädels - Anwendungsmöglichkeiten und klinische Ergebnisse.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 43 (1975) 487-574

KAZNER, E., WENDE, S., MEESE, W.:
Reliability and Limitations of Cranial Computerized Tomography. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 463-470

KENDALL, B.E., CLAVERIA, L. E.:
The use of Computed Axial Tomography (CAT) for the Diagnosis and Management of Intracranial Angiomas.
Neuroradiology 12 (1976) 141-160

KENDALL, B., SHAH, S.:
Investigation of Meningiomas of Cerebellar Convexities. Neuroradiology 4 (1972) 162-170

KENDALL, B., SYMON, L.:
Investigation of Patients Presenting with Cerebellopontine Angle Syndromes.
Neuroradiology 13 (1977) 65-84

KIEFFER, St.A., BINET, E.F., GOLD, L.H.A.:
Angiographic Diagnosis of Intra- and Extraaxial Tumors in the Cerebellopontine Angle. Amer J Roentgenol 124 (1975) 297-309

KING, T.T., AMBROSE, J.A.E.:
C.A.T. Scanning in Tumours of the Cerebellopontine Angle. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 134-138

KING, Ch., D., LONG, J.M., HAMMON, W.M.:
Early Draining Veins in Acoustic Neurinomas. Radiology 113 (1974) 369-371

KINGSLEY, D.P.E.:
Computer Tomographic Artefacts Using the CT 1000. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 36-42

KISTLER, J.Ph., HOCHBERG, F.H., BROOKS, B.R., RICHARDSON, E.P., NEW, P.F.J., SCHNUR, J.: Computerized Axial Tomographie: Clinicopathologic Correlation. Neurology 25 (1975) 201-209

KLAR, M., BIRG, W.:
Picture Processing and Interactive Computer-Assisted Interpretation in Cranial Computerized Tomography. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 403-407

KLAUSBERGER, E.M., SCHINDLER, E.:
Ein Epidermoid der Kleinhirnbrückenwinkelgegend. Fortschr. Röntgenstr. 119 (1973) 494-496

KLINGE, H., JENSEN, H.P., LEMKE, J., MUHTAROGLU, K., KUHLENDAHL, D.:
Intracranial Calcifications in children. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 437-441

KRAMER, R.A., JANETOS, G.P., PERISTEIN, G.:
An Approach to Contrast Enhancement in Computed Tomography of the Brain. Radiology 116 (1975) 641-647

KRAYENBÜHL, H., YASARGIL, M.G.:
Die zerebrale Angiographie. Georg Thieme, Stuttgart (1965)

KURU, Y., HARA, K., SHIGA, H., FUJINO, Y.:
Arterial Midline Shift in the Posterior Fossa.
Neuroradiology 1 (1970) 188-194

LANG, J., SCHLEHAHN, F., JENSEN, H.P., LEMKE, J., KLINGE, H., MUHTAROGLU,K.:
Cranio-Cerebral Topography as a Basis for Interpreting Computed Tomograms. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 24-42

LANGE, S., AULICH, A., LANKSCH, W.:
Image Artefacts in Computerized Tomography. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 69-72

LANGE, S., GOLDE, G.:
Resolution Characteristics of Computerized Tomography and their Impact on Quantitative Brain Diagnosis. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 52-59

LANGE, S., GRUMME, Th., MEESE, W.:
Anatomie des Gehirns im Computertomogramm. Röfo 125 (1976) 421-427

LANGE, S., GRUMME, Th., MEESE, W., WÜLLENWEBER, R., zum WINKEL, K.:
Die axiale Computertomographie des Gehirns. Röntgen-Bl. 29 (1976) 211-221

LATCHAW, R.E., GOLD, L.H.A., TOURJE, E.J.:
A Protocol for the Use of Enhancement in Cranial Computed Tomography. Radiology 126 (1978) 681-687

LEE, K.F., LIN, Sh.-R., WHITELEY, W.H., TSAI, F.Y., THOMPSON, N.L., SUH, J.H.:
Angiographic Findings in Recurrent Meningioma. Radiology 119 (1976) 131-139

LEEDS, N.E.:
Image Enhancement with Magnification and Subtraction. Radiologic Clinics of North America 12 (1974) 241-256

LIMA, P.A.:
Cerebral Angiography. Oxford University Press, London, New York, Toronto (1950) 20-181

LIN, J.P.:
Techniques of Cerebral Angiography. Radiologic Clinics of North America 12 (1974) 223-240

LOGUE, V.:
The Radiological Management of Cerebral Tumours. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 76-84

LONG, J.M., KIER, E.L., SCHECHTER, M.M.:
The Radiology of Epidermoid Tumors of the Cerebellopontine Angle. Neuroradiology 6 (1973) 188-192

MARGUTH, F.:
The Effect of CT on Neurosurgery. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 453-455

MEESE, W., GRUMME, Th., LANGE, S.:
Die axiale Computer-Tomographie. Radiologia diagnostica 6 (1977) 737-745

MEGRET, M.: A Landmark for the Choroidal Arteries of the Fourth Ventricle - Branches of the Posterior Inferior Cerebellar Artery. Neuroradiology 5 (1973) 85- 90

MILLER, J.D.R., GRACE, M.G., RUSSELL, E.B , ZACKS, D.J.:
Complications of Cerebral Angiography and Pneumography. Radiology 124 (1977) 741-744

MOSCOW, N.P., NEWTON, Th.H.: Angiographic Features of Hypervascular Neurinomas of the Head and Neck. Radiology 114 (1975) 635-640

MÜLLER, H.R., ELKE, M., HÜNIG, R., WIGGLI, U., WÜTHRICH, R.:
Reporting of Cranial CT Findings. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg New York (1976) 73-78

MÜLLER, H.R., WÜTHRICH, R., HÜNIG, R., ELKE, M., v. HOCHSTETTER, A.:
A Graphical Reporting System for Computerized Axial x-Ray Tomography (EMI Scanning). Europ. Neurol. 11 (1974) 197-207

NADJMI, M : Vergleichende computertomographische und angiographische Befunde der Tumoren der hinteren Schädelgrube. Röntgen-Bl. 31 (1978) 210-220

NADJMI, M., ENGELHARDT, F., JENSEN, H.P., GRUß, P., MÜLLER, H.A.:
Zur Diagnose der Lindau-Tumoren im retrograden Brachialisangiogramm. Fortschr. Röntgenstr. 116 (1972) 190-198

NADJMI, M., RATZKA, M., MOISSL, G.:
Angiographic Aspects in Meningiomas of the Posterior Cranial Fossa. Advances in Neurosurgery 2 (1975) 250-256

NAIDICH, T.P., KRICHEFF, I.I.:
The Anterior Inferior Cerebellar Artery in Profile Anatomic-Radiographic Correlation in the Lateral Projection. In: G. Salomon: Advances in Cerebral Angiography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1975) 74-81

NAIDICH, Th. P., KRICHEFF, I.I., GEORGE, A.E., LIN, J.P.:
The Normal Anterior Inferior Cerebellar Artery. Radiology 119 (1976) 355-373

NAIDICH, Th. P., KRICHEFF, I.I., GEORGE, A.E., LIN, J.P.:
The Anterior Inferior Cerebellar Artery in Mass Lesions. Radiology 119 (1976) 375-383

NAIDICH, Th. P., LEEDS, N.E., KRICHEFF, I.I., PUDLOWSKI, R.M., NAIDICH, J.B., ZIMMERMAN, R.D.:
The Tentorium in Axial Section. I. Normal CT Appearance and Non-neoplastic Pathology. Radiology 123 (1977) 631-638

NAIDICH, Th. P., LEEDS, N.E., KRICHEFF, I.I., PUDLOWSKI, R.M., NAIDICH, J.B., ZIMMERMAN, R.D.:
The Tentorium in Axial Section. II. Lesion Localization. Radiology 123 (1977) 639-648

NAIDICH, Th. P., LIN, J.P., LEEDS, N.E., KRICHEFF, I.I., GEORGE, A.E. CHASE, N.E., PUDLOWSKI, R.M., PASSALAQUA, A.:
Computed Tomography in the Diagnosis of Extraaxial Posterior Fossa Masses.
Radiology 120 (1976) 333-339

NAIDICH, T.P., LIN, J.P., LEEDS, N.E., PUDLOWSKI, R.M., NAIDICH, J.B.:
Primary Tumors and other Masses of the Cerebellum and Fourth Ventricle: Differential Diagnosis by Computed Tomography. Neuroradiology 14 (1977) 153-174

NEW, P.F.J., SCOTT, W.R.:
Etude tomodensitométrique du cerveau et de l'orbite. Computed tomography of the brain and orbit.EMI-Scanning. A propos d'un ouvrage de référence. Reference book.
J Neuroradiology 3 (1976) 339-352

NEW, P.F.J., SCOTT, W.R.:
Computed Tomography of the Brain and Orbit (EMI-Scanning).

NEW, P.F.J., SCOTT, W.R., SCHNUR, J.A., DAVIS, K.R., TAVERAS, J.M.:
Computerized Axial Tomography with the EMI Scanner.
Radiology 110 (1974) 109-123

NEW, P.F.J., SCOTT, W.R., SCHNUR, J.A., DAVIS, K.R., TAVERAS, J.M., HOCHBERG, F.H.:
Computed Tomography with the EMI Scanner in the Diagnosis of Primary and Metastatic Intracranial Neoplasms. Radiology 114 (1975) 75-87

NIENDORF, H.P., BÜLL, U., KAZNER, E., LANKSCH, W., STEINHOFF, H., GAHR, H.:
Wertigkeit der Serienszintigraphie mit 99m Tc-Pertechnetat im Vergleich zur axialen Computer-Tomographie in der Diagnostik von Hirntumoren.
Fortschr. Röntgenstr. 126 (1977) 299-306

OLIVECRONA, H.: Complications of Cerebral Angiography.
Neuroradiology 14 (1977) 175-181

OLIVECRONA, H., TÖNNIS, W.:
Angiographie. Handbuch der Neurochirurgie 2 (1954) 94-116

OLIVECRONA, H., TÖNNIS, W.:
Pathologisch-anatomische Diagnose durch Angiographie. Handbuch der Neurochirurgie 2 (1954) 175-187

ORT, M.G., GREGG, E.C., KAUFMAN, B.:
Subtraction Radiography: Techniques and Limitations. Radiology 124 (1977) 65-72

PAILLAS, J.E., PELLET, W :
Brain metastases. Handbook of clinical Neurology 18 (1975) 201-232

PAXTON, R., AMBROSE, J.:
The EMI scanner. A brief review of the first 650 Patients. British J of Radiology 47 (1974) 530-565

PAY, N.T., CARELLA, R J., LIN, J.P., KRICHEFF, I.I :
The Usefulness of Computed Tomography During and After Radiation Therapy in Patients with Brain Tumors. Radiology 121 (1976) 79-83

PEETERS, F.L.M., WESTRA, D., VERBEETEN, B.:
Radiological Diagnosis of Pontine Angle Tumours. Radiologica clin. 46 (1977) 94-108

PERRY, B.J., BRIDGES, C.:
Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 3. Radiation dose considerations. British J of Radiology 46 (1973) 1048-1051

PFEILER, M.: The Physics and Technology of Computed Tomography. An Introduction. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 2-23

PHELPS, M.E., GADO, M.H., HOFFMAN, E.J.:
Correlation of Effective Atomic Number and Electron Density with Attenuation Coefficients. Measured with Polychromatic X Rays. Radiology 117 (1975) 585-588

PINTO, R.S., GEORGE, A.E., KRICHEFF, I.I., NAIDICH, Th. P., FOX, A.:
The Base View in Vertebral Angiography. Radiology 124 (1977) 157-164

RICHTER, H.R., BRIELLMANN, A., ERLANGER, D., SCHWÄR, J., WURMSER, P.:
Two Years Experience with Computerized Tomography in Everyday Neurologic Practice. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 459-462

ROBERTS, P.A., CLAVERIA, L.E., MOSELEY, I.F.:
Computerised Axial Tomography and the Normal Brain. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 3-16

ROTHE, R., FISCHER, K.:
Comparison between Computerized Tomography and Conventional Contrast-Medium Methode in the Diagnosis of Brain Tumors. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 183-187

ROUSSEAU, A., CORNELIS, G., VANDRESSE, J.H.:
Epidermoid Cyst. In: H. Baert, L. Jeanmart, A. Wackenheim: Clinical Computer Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 139-141

RUTHERFORD, R.A., PULLAN, B.R., ISHERWOOD, I.:
Calibration and Response of an EMI Scanner. Neuroradiology 11 (1976) 7-13

SALAMON, G.M., COMBALBERT, A., RAYBAUD, Ch., GONZALEZ, J.:
An angiographic study of meningiomas of the posterior fossa. J Neurosurg. 35 (1971) 731-741

SALVOLINI, U., MENICHELLI, F., PASQUINI, U.:
Cerebellopontine Expansive Lesions. In: H. Baert, L. Jeanmart, A. Wackenheim: Clinical Computer Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 79-103

SCIALFA, G., BANK, W., MEGRET, M., CORBAZ, J.M.:
The Posterior Fossa Arteries. 1) The Morphology and Variations of the Anterior Inferior Cerebellar Artery. 2) The Arteriographic Localization of the Fourth Ventricle. In: G. Salomon: Advances in Cerebral Angiography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1975) 55-61

SEIBERT, Ch. E.: Segmential delayed CT Brain Scanning after Contrast Enhancement. Vortrag a.d. Int. Symposium and course on Computerized Tomography (CAT) Puerto Rico, San Juan, 5.-9.4.1976

SCIALFA, G., BANK, W., MEGRET, M., CORBAZ, J.M., SALAMON, G.:
The Arteries of the Roof of the Fourth Ventricle. Neuroradiology 11 (1976) 67-71

SIGEL, R.M., MESSINA, A.V.:
Computed Tomography: The Anatomic Basis of the Zone of Diminished Density Surrounding Meningiomas. Am J Roentgenol 127 (1976) 139-141

STAELENS, B., PALMERS, Y., BAERT, A.L., TERMOTE, J.L.:
Tumoral Masses of the Posterior Fossa. In: H. Baert, L. Jeanmart, A. Wackenheim: Clinical Computer Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 65-78

STEINHOFF, H., AVILES, Ch.:
Contrast Enhancement Response of Intracranial Neoplasms - Its Validity for the Differential Diagnosis of Tumors in CT. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 151-161

STEINHOFF, H., BÜLL, U., GAHR, H., LANKSCH, W., KAZNER, E.:
Ergebnisse der Hirnszintigraphie und der axialen Computer-Tomographie (EMI-Scanner) bei 92 Intracraniellen Tumoren. Proc 13th internat. Annual Meeting Soc. Nuclear Medicine, Copenhagen, 1975

STEINHOFF, H., KAZNER, E., LANKSCH, W., GRUMME, T., MEESE, W., LANGE, S., AULICH, A., WENDE, S.:
The Limitations of Computerised Axial Tomography in the Detection and Differential Diagnosis of Intracranial Tumours. A Study Based on 1304 Neoplasms. In: J. Bories: The Diagnostic Limitations of Computerised Axial Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 40-49

STEINHOFF, H., LANGE, S.:
Principles of Contrast Enhancement in Computerized Tomography. In: W. Lanksch, E Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 60-68

STEINHOFF, H., LANKSCH, W., KAZNER, E., GRUMME, T., MEESE, W., LANGE, S., AULICH, A., SCHINDLER, E., WENDE, S.:
Computed Tomography in the Diagnosis and Differential Diagnosis of Glioblastomas. Neuroradiology 14 (1977) 193-200

STEUDEL, W.I., BECKER, H., HACKER, H.:
Beispiele für die Erkennung von raumfordernden Hirnerkrankungen mit Hilfe der Computer-Tomographie. Hessisches Ärzteblatt 5 (1976) 422-432

STOCHDORPH, O.:
Structural Density as an Aspect of Neuropathology. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 49-51

STÖPPLER, L.:
Die axiale Computer-Tomographie des Gehirnschädels. Münch med Wochenschr 119 (1977) 733-738

SUTTON, D., CLAVERIA, L.E.:
Meningiomas Diagnosed by Scanning:
A Review of 100 Intracranial Cases. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 102-110

SYVERTSEN, A.H., DUGSTAD, G., AMUNDSEN, P.:
Computerized Tomography in Brain Tumours Corre - lated to Histology, Angiography, Gas Encephalography and Isotope Encephalography. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 167-170

TAKAHASHI, M., OKUDERA, T., TANAKA, M., KITAMURA, K., YONEMASU, Y.:
Angiographic Diagnosis of Cerebellar Medulloblastomas. Am J Roentgenol 118 (1973) 622-632

TAKAHASHI, M., OKUDERA, T., TOMANAGA, M., KITAMURA, K.:
Angiographic Diagnosis of Acoustic Neurinomas: Analysis of 30 Lesions. Neuroradiology 2 (1971) 191-200

TAPIAS, P.L., DEBAENE, A., BORRELY, P., SERRANO, R., LEGRE, J.:
An Attempt at Improvement of Tissue Diagnosis in Brain Tumours by the Study of Densities at CAT. In: J. Bories: The Diagnostic Limitations of Computerised Axial Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 29-39

THERON, J., LASJAUNIAS, P.:
Participation of the External and Internal Carotid Arteries in the Blood Supply of Acoustic Neurinomas. Radiology 118 (1976) 83-88

THOMSON, J.L.G.:
Computer-Tomographie in der Diagnostik von Gliomen: Eine Untersuchung von 100 histologisch bestätigten Fällen. Clin. Radiol. 27 (1976) 431

THOMSON, J.L.G.:
Logistics: A Neuroradiological Service.
The Cost-Effectiveness of an EMI Brain Scanner.
In: G H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 56-57

VANDRESSE, J.H., CORNELIS, G., ROUSSEAU, A.:
Endocranial Calcifications. In: H. Baert, L. Jeanmart, A. Wackenheim: Clinical Computer Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 53-58

VANDRESSE, J.H., CORNELIS, G., ROUSSEAU, A.:
CT Study of Lesions Near the Skull Base. In: J. Bories: The Diagnostic Limitations of Computerised Axial Tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1978) 77-80

WENDE, S.:
The Influence of CT on Conventional Neuroradiologic Diagnosis. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 456-458

WENDE, S.:
Proceedings of the XI Symposium Neuroradiologicum. Neuroradiology 16 (1978)

WENDE, S., AULICH, A., KRETSCHMAR, K., LANGE, S., GRUMME, T., MEESE, W., LANKSCH, W., KAZNER, E., STEINHOFF, H.:
C.A.T. Investigations of the Development of Cerebral Oedema and the Effects of its Treatment in Patients with Brain Tumours. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 118-122

WENDE, S., AULICH, A., SCHINDLER, E., GRUMME, T., MEESE, W., LANGE, S., KAZNER, E., STEINHOFF, H., LANKSCH, W.:
A German Multicentre Study of Intracranial Tumours. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 111-117

WIGGLI, U., ELKE, M., MÜLLER, H.R., HÜNIG, R., WÜTHRICH, R.:
The CT Pattern of Meningioma - Is it Specific? In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 162-166

WILSKE, J.:
The Anatomical Correlate of the Pathological Cranial Computerized Tomogram. In: W. Lanksch, E. Kazner: Cranial computerized tomography. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1976) 43-48

WILSON, J.L., MOSELEY, I.F.:
A Diagnostic Approach to Cerebellar Lesions. In: G.H. du Boulay, I.F. Moseley: The First European Seminar on Computerised Axial Tomography in Clinical Practice. Springer, Berlin, Heidelberg, New York (1977) 123-133

WOLPERT, S.M., HAMMERSCHLAG, S.B.:
Extra-Axial Growth of Fourth Ventricle Tumors - Angiographic Changes. Neuroradiology 12 (1977) 191-196

WORTZMAN, G., HOLGATE, R.C., MORGAN, P.P.:
Cranial Computed Tomography: An Evaluation of Cost Effectiveness. Radiology 117 (1975) 75-77

WYLLE, J.G., JEFFREYS, R.V., MACLAINE, G.N.:
Cerebral haemangioblastoma. British J of Radiology 46 (1973) 472-476

ZATZ, L.M., ALVAREZ, R.E.:
An Inaccuracy in Computed Tomography: The Energy Dependence of CT Values. Radiology 124 (1977) 91-97

ZIMMERMAN, R.A., BILANIUK, L.T., PAHLAJANI, H.:
Spectrum of Medulloblastomas Demonstrated by Computed Tomography. Radiology 126 (1978) 137-141

Herrn Prof. Dr. M. Nadjmi danke ich sehr für die Überlassung des Themas, für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit und die Übernahme des Referates.

Bei Herrn Prof. Dr. K.A. Bushe möchte ich mich für die Übernahme des Korreferates herzlich bedanken.

LEBENSLAUF

5.8.1954	geboren als Tochter des Kreisoberamtsrats Helmut Müller und seiner Ehefrau Mathilde Müller, geb. Ilg in Ulm
1961 - 1965	Besuch der Grundschule in Blaustein
1965 - 1973	Besuch des Hans und Sophie Schollgymnasiums in Ulm
1974 - 1980	Medizinstudium an der Universität Würzburg
3. Juni 1980	Approbation als Ärztin
27. Juni 1980	Eheschließung mit dem Regierungsinspektor Bernhard Lohmann
1.7. - 30.9.1980	Tätigkeit als Assistenzärztin in der chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Kitzingen
seit 1.10.1980	Tätigkeit als Assistenzärztin im Nervenkrankenhaus Lohr

Ina Müller